NO. 11 Mar. 1958

LIBRARY
OCT 5 1961
FISH & WILDLIFE SERVICE

BULLETIN OF TOHOKU REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

東北海區水產研究所研究報告

第11號

水 產 廳
東 北 海 區 水 產 研 究 所
宮 城 縣 塩 釜 市
昭和33年3月
TOHOKU REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
SHIOGAMA, MIYAGI PREF., JAPAN

東北海區水產研究所　研究報告　第11號

目　次

東北海区におけるヒレグロの分布 ..... 浜井生三・石戸芳男 .. 1

サンマの形態学研究 ..... 小達繁 .. 38

飼育実験によるサンマの成長について ..... 堀田秀之 .. 47

日本近海のカツオ竿釣漁業における漁況の変動について 第2報 ..... 川崎健 .. 65

海水密度の鉛直分布に於ける“密度逆転”に就いて ..... 黒田隆哉 .. 82

塩酸による種ガキ採苗器の洗滌について ..... 菊地省吾・佐藤重勝・奥田泰造・谷田專治 .. 88

附着硅藻の生態学的研究、特に浮游・底棲硅藻との関係について
第1報　塩釜港における附着硅藻の季節的変化の概況 ..... 佐藤重勝 .. 94

松島灣の水産資源に関する基礎研究 第7報 底棲動物の垂直分布と
その季節遷移 ..... 谷田專治・奥田泰造 .. 112

Sponges collected from Oyster-Rafts in Matsushima Bay
and its adjacent Waters ..... Senji Tanita .. 127

東北水研 研究報告
第 11 号
March 1958

東北海区におけるヒレグロの分布※

浜 井 生 三・石 戸 芳 男

DISTRIBUTION OF THE FLATFISH, *GLYPTOCEPHALUS STELLERI* (SCHMIDT) ALONG THE PACIFIC COAST OF TÔHOKU AND HOKKAIDÔ REGIONS

By

Ikusô HAMAI and Yoshio ISHITO

The ecological and geographical distribution of *Glyptocephalus stelleri* (SCHMIDT) along the Pacific coast of Hokkaidô and the Tôhoku Regions has been clarified and the factors affecting the spatial distribution have been considered by means of analysing the fishing records taken by the middle class boats with the bottom seine, the measurements of the fish bodies sampled from their catch during the period from October, 1950 to December, 1956, and some data from the market survey at the Hatinohe Fish Market (Table 1). The results are summarized as follows.

1) *Glyptocephalus stelleri* is found in the sea area in a wide range of 50–700 m. in depth, however the bathymetric range becomes narrower and its centre becomes deeper from north to south; *i.e.* the bathymetric range of distribution is 50–700 m. along the coast of Hokkaidô, 100–500 m. off Hatinohe and Kinkazan, and the central depths range 50–350 m. in the Erimo Fishing Ground, 50–300 m. in the Tomakomai Fishing Ground along the coast of Hokkaidô, 150–400 m. in the Hatinohe Fishing Ground, and 200–300 m. in the Kinkazan Fishing Ground. Taking the frequency of fishing and the catch per haul into account, the Erimo and Tomakomai Fishing Grounds can be reasonably div idedinto two zones, *viz.* the shallower and deeper zones, 150 m. or 160 m. in depth being as the boundary respectively (Fig. 1).

2) The concentration in weight of the shoal is higher in the northern sea areas, especially in the sea area off Cape Erimo, than in the southern ones (Fig. 2), *i.e.* the mean catch per haul from the shoals of higher concentration, explained later under item (4), is 19 kan (about 71 kg.) in the shallower zone of the Erimo Fishing Ground, 13.5 kan (about 51 kg.) in the shallower zone of the Tomakomai Fishing Ground, 12 kan (45 kg.) in the Hatinohe Fishing Ground, and 6.4 kan (24 kg.) in the Kinkazan Fishing Ground, but in the deeper zones it is generally lower than the shallower; *i.e.* it is 4.9 kan (about 18 kg.) in the Fishing Ground and 6 kan (22.5 kg.) in the Tomakomai Fishing Ground (Fig. 4, Table 4).

※ 東北海区水産研究所業績 第 111 号

3) The frequency distribution of the percentage composition of this fish in the catch of all kinds of fish per haul shows an inverse J-shape, although a small peak is recognized on the point of 15–20 per cent in the curve of the shallower znoes in both Erimo and Tomakomai Fishing Grounds and on the point of 20–25 per cent in that of the deeper zone in the Erimo Fishing Ground (Fig. 3). This fact suggests the existence of the distributional area or habitat in which this fish dominates over other kinds of fish.

4) The frequencies of the catch per haul are fitted in with POLYA-EGGENBERGER'S distribution in both the Tomakomai and Kinkazan Fishing Grounds, but not in the others (Table 2). Asuming the convolution of two logarithmic normal distributions, they show probably a good fit in this type of distribution in every fishing ground (Fig. 4, Table 3). Therefore, from these facts together with those mentioned in the former item (3) a spatial structure of aggregative distribution probably constructed at random by sparse and dense patches can be postulated, which are assigned respectively as the shoal of younger aged or smaller sized fish probably recruited from the other sea area and that of older aged or larger sized fish sedentarily growing in these sea areas up to maturation.

5) Observing the monthly change of the mean catch per haul from the denser shoal (Group A), higher values are recognized from September to February in the shallower zone of the Erimo Fishing Ground, from June to September in the deeper zone of the same fishing ground, from July to Novenber in the shallower zone of the Tomakomai Fishing Ground, from July to October in the Hatinohe and Kinkazan Fishing Grounds, therefore the periodic change in one year is nearly of the same type in every fishing ground; however the mean catch per haul from the sparse shoal (Group B) shows a periodic change in which it is higher in autumn-spring period and lower in summer (Fig. 5, Tables 4, 5, 6). In general the increase of the mean catch per haul may occur in accompany with the intensive aggregation for active feeding, although the change in the Erimo Fishing Ground (the shallower zone) is affected by the periodic change of the body length frequencies in the group smaller than the middle size, but in Group B it may be associated with the period of recruitment.

6) The frequency distribution of the standard length of body during a year is based toward smaller size in the southern fishing grounds than in the northern ones, wherever along the Pacific coast very rare distribution of fish smaller than about 10 cm. is found, which is seen abundantly off the San'in District along the Japan Sea (Fig. 6). In each group divided into three by the length, *viz.* the smaller sized group less than 17 cm., the middle sized group between 17 cm. and 21 cm., and the larger sized group greater than 21 cm., a periodic change has been noticed that the frequency is high in a certain season and the time phase of this periodicity shows a gradual delay from the northern fishing ground to the southern or *vice versa*; *i.e.* in the smaller sized group a delay of about 3 months is seen from February-March

recorded the highest percentage in the Erimo Fishing Ground to May-June in the Kinkazan Fishing Ground, and in the larger sized group about six months delay of the highest value from January-February in the Kinkazan and Hatinohe Fishing Ground to July-August in the Erimo Fishing Ground (Fig. 7). These facts suggest that the smaller sized group migrates from north to south and the larger from south to north. The middle sized group shows no definite change as this group is so changeable that a part is recruited from the smaller sized group and another part is transfered into the larger sized group according to growth every month, but this group shows a similar or reciprocal type of change to either the smaller or the larger group following that the modal size of the whole inclines toward smaller or larger.

7) Supposing the normal distribution for the standard length of each age group, the frequencies summed up every two months has been analysed (Fig. 8), therefrom the age distribution has been constructed, and the growth curve has also been drawn from the mean standard length of each age group (Fig. 9, Table 8). No difference of growth between the fishing grounds is recognizable. Arranging the estimated frequencies of age groups in the order of monthly age, a mean population curve of the year classes is obtained. The peak of this curve corresponds to the mean standard length at which the rate of fish-escape from the net of 76 mm. mesh is zero in both the Erimo and Tomakomai Fishing Grounds, but the length at the peak of the curve in the Hatinohe Fishing Ground lies between each zero point for the net of 76 mm. and 60 mm. meshes, and in the Kinkazan Fishing Ground it is smaller than that of 60 mm. mesh (Fig. 10). These facts suggest relatively great intensity of fishing off Hatinohe and perhaps a consequence of using a net of smaller mesh, *e. g.* 30 mm. mesh off Kinkazan.

8) The mean population curve lowers suddenly from July-August of the 5th year, the year of hatching out being the 0th, in the Erimo Fishing Ground, from May-June of the 5th year in the Tomakomai Fishing Ground, from March-April of the 5th year in the Hatinohe Fishing Ground, and from May-June of the 4th year in the Kinkazan Fishing Ground (Fig. 11). These phenomena are accepted as the results that the northward migration of these age groups occurs at these seasons under the stimulus of a spawning urge. Supposing the ascending tendency of the mean population curve with age in the younger period mainly as the results of fish-escape from the net, a population in the case of no escape has been estimated by calculating the ratio of the observed values of the population against the selection rate of the net, 100 – percentage of escape. According to this estimation the populations in both the Erimo and Tomakomai Fishing Grounds begin to diminish from the last period of the 1st year or the beginning of the 2nd year, reach the lowest values in September-October or November-December of the 2nd year, and thereafter they ascend gradually and reach the peaks of the mean population curves; in the Hatinohe Fishing Ground the population begins to rise abruptly from the last period of the 1st year to the highest value in March-April of the 2nd year and then lowers to the lowest value in September-

October of the 2nd year, thereafter rises again until it attains a lower peak in January-February in the 3rd year, and further again diminishes to the peak of the mean population curve. Also in the Kinkazan Fishing Ground the estimated population of younger period is relatively low (Fig. 10). From these estimations it has been concluded that the populations of the 1st-2nd year and the 2nd-3rd year are of recruited by migration toward each fishing ground for the periods from autumn to spring. Furthermore, from the facts that the population of younger fish in the deeper zone has been estimated smaller than that in the shallower, the downward and outward migration from the continental shelf to the slope toward the deep sea bottom is deduced, especially in the Tomakomai and Erimo Fishing Grounds.

9) From the observations of the stages of ovarian development and the ovary index, ovarian weight/body weight×100, it has been known that the ovary begins to enlarge in September-October of the 5th year in the most part of fish, exclusively of the 4th year in a little part, and entirely matures in July-August of the next year, and then the spawning probably occurs in the meantime mostly in the 6th and later years (Fig. 12, Tables 9–12). From the facts that the period of ovarian maturity and the age of maturity coincide with the period of the sudden decrease of population in the larger sized group, that there are scarcely found any ripe fish making sure of the spawning in any fishing grounds, and that in the other sea areas, *e. g.* off the Kurile Islands, there is found a considerable population of ripe fish with the body length larger than that of maturity age, it has been postulated to be the case that the northward migration may occur toward the other sea area from off the Tôhoku and South-Hokkaidô Regions.

10) In conclusion the ecological spatial distribution of *Glyptocephalus stelleri* (SCHMIDT) may be aggregative with the sparse and dense patches, and as the factors brought the geographical distribution along the Pacific coast of the Tôhoku and Hokkaidô Regions it has been postulated that the migration of the younger fish occurs inward for the growth, resulting in the recruitment of the population, and that of the advanced age group does so outward for spawning.

ヒレグロ *Glyptocephalus stelleri* (SCHMIDT)は日本海沿岸に広く分布し、太平洋岸では千島より銚子附近まで分布している。漁獲は南方ほど少く、小名浜での漁獲は僅少であるが、八戸・苫小牧両漁場の浅海における機船底曳網漁業では、カレイ類中の主要な漁獲物である。東北・北海道の太平洋岸におけるこの魚の生物学的研究はある程度東北水研八戸支所[1]で行われたが、筆者は更に同海域の中型底曳船操業記録とその漁獲魚の魚体調査とによつて、ヒレグロの生態的布分並びに地理的分布について統計的解析を試み 2, 3 の知見を得たので、その結果をこゝに報告する。

調 査 資 料

供試材料は主として 1950 年 10 月から 1956 年 2 月までの 5 ケ年に亘つて東北海区（襟裳

・苫小牧・八戸・金華山の各漁場)における東北水研八戸支所の委託調査船（機船底曳網船)によつて操業された操業記録（1 網毎に魚種別漁獲量を記録す）から、ヒレグロの棲息する水深範囲を操業した毎回の 1 網漁獲量の総計 5,241 回を使用した*（第 1 表）。この報告で取扱つた

第1表 各漁場の調査操業回数及び魚体調査尾数

Table 1. Fishing frequency and number of fish observed in each fishing ground.

漁場 Fishing ground	調査操業 Fishing Survey				魚体調査 Observation of fish body	
	調査期間 Period of survey	ヒレグロの入網しなかつた網数 Frequency of no catch of this species	ヒレグロの入網した網数 Frequency of catch of this species	計 Total	調査期間 Period of observation	調査尾数 Number of fish observed
襟裳 Erimo	Oct., '50～Jan., '56	1,536	879	2,415	Oct., '50～Dec., '56	3,066
苫小牧 Tomakomai	Oct., '50～Feb, '56	470	418	888	Oct., '50～Dec., '56	3,519
八戸 Hachinohe	Oct., '50～Feb., '56	584	699	1,283	Oct., '50～Dec., '56	3,528
宮古 Miyako					Nov., 50～May, '52	891
金華山 Kinkazan	Oct., '50～Feb., '55	499	156	655	Dec., '50～Jan., '55	1,079
小名浜 Onahama					Oct., '50～Mar., '51	102
千島 Kurile					Nov., '55, Feb., '56 Mar., Apr., Jun. '57	371
計 Total		3,089	2,152	5,241		12,556

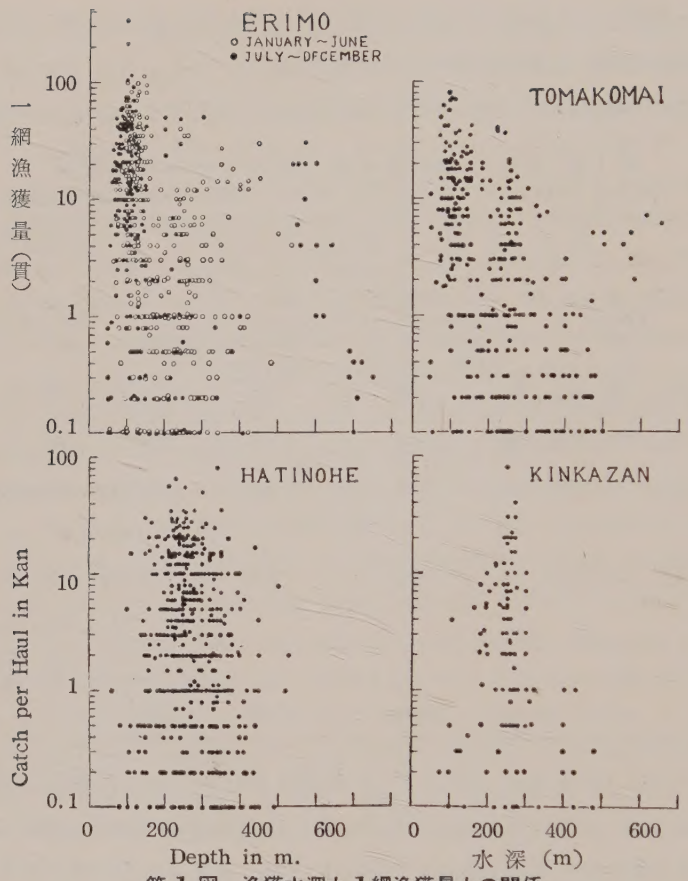
操業記録は水深およそ 50 m から 700 m（八戸漁場は 500 m まで）に至る海域のものである。但し操業中“根がかり”となつたものは全部除いた。体長組成その他魚体に関する資料は委託調査船の漁獲物中より深度別に無作為抽出した標本により、南千島のものは八戸魚市場陸揚物から系統抽出したものである（第 1 表)。なお襟裳・苫小牧・八戸の 3 漁場の地理的区分は第 2 図に示すようなものであり、金華山・小名浜・宮古等の各漁場はそれぞれの沖合水域である。

調査結果及び考察

1. 分布水深

先ず各漁場における 1 網漁獲量と漁獲水深との関係をみると（第 1 図)、1貫未満の僅少な漁獲の場合を除いて、襟裳漁場では 100 m 附近に操業が集中し、しかも漁獲量が多く、150 m 以深は操業回数も少くなり、網毎の漁獲量も深度を増すに従つて少くなる傾向がある。150 m 以深では余り集中的な漁獲水深は見られないが、250 m 前後にいくらか塊まつているようである。苫小牧漁場でも襟裳漁場とよく似ており、水深 160 m 以浅と以深の 2 つに分けられ、160 m 以浅の漁獲量が多い。八戸漁場では北海道漁場にくらべ操業水深が深くなり、200～300 m を中心として 100 m から 400 m に亘つている。また金華山漁場では水深 250 m 附近が中心で、150 m から300 m

* この資料の 1 部は東北水研八戸支所：東北水研海洋資源年報底魚資源篇、昭和 27-28 年度（1955)，昭和28-29 年度（1956)，昭和 29-30 年度（印刷中）に掲載されている。



第 1 図　漁獲水深と 1 網漁獲量との関係

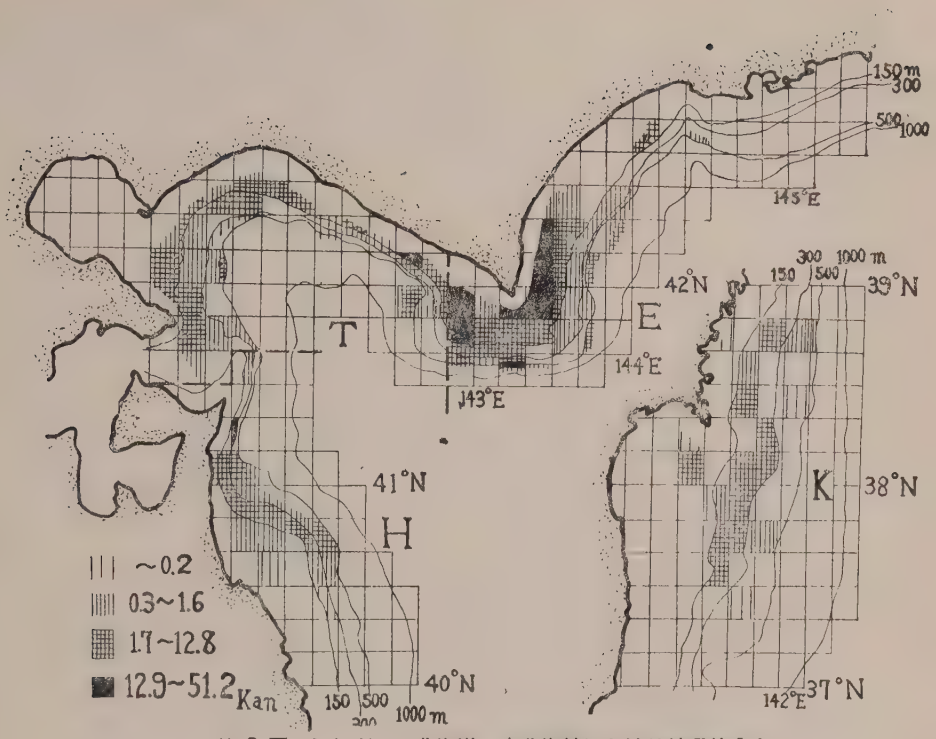
Fig.1. Relation between the depth of fishing and the catch per haul.

の深度帯にわたつている。しかし、どの漁場でも 1 貫未満の僅かな漁獲のあつた場合は、後に述べる稀薄分布の水域に属するもので、その中心的な分布水深帯は明かでない。以上のことから、ヒレグロの分布域を推定すれば、襟裳漁場が最も広く 50～700 m にわたり、苫小牧漁場もこれとほゞ同じ水深域にわたり、八戸・金華山両漁場では 100～500 m に分布するが、主な漁獲水深は襟裳漁場で 50～350 m, 苫小牧漁場で 50～300 m, 八戸漁場では 150～400 m, 金華山漁場では 200～300 m となつており、漁場が南に移るに従つて分布の巾がせまくなり、中心分布水深が深くなる傾向がある。

分布密度は襟裳岬周辺が最も高く、1 網平均漁獲量が 12.9～51.2 貫の水域が相当広く、その水域を中心として周辺に至るに従つて水平的にも、また沖合の深みに向つても次第に分布密度が小さくなる。下北半島沖合にも高密度の小水域がみられるが、これより南には 1 網平均 12.9 貫を超える水域は存在しない。分布密度は南に行くほど小さくなる傾向がある（第 2 図）。

2. 1 網漁獲量の度数分布

1 網漁獲量と水深との関係から襟裳漁場を 150 m 以浅と 150 m 以深に、苫小牧漁場を 160

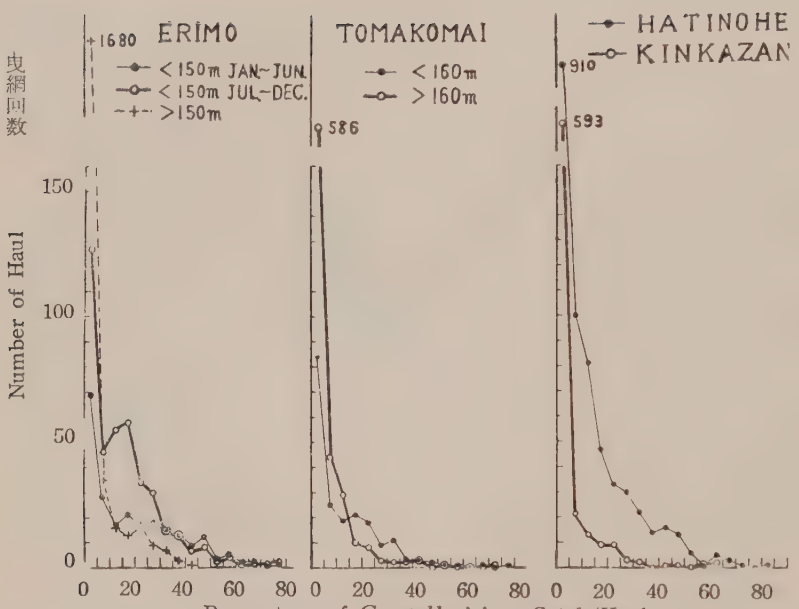


第 2 図　ヒレグロの北海道・東北海域における地理的分布

水深帯別（150 m 以浅，150～300 m，300～450 m，450 m 以深．但し苫小牧漁場は 160m で区分した）漁区別の 1 網平均漁獲量の分布を示す。

Fig. 2. Geographical distribution of *G. stelleri* along the coast of the Hokkaidô and Tôhoku Region. The mean catch per haul is shown, being sectioned by the bathymetric zone, *viz.* shallower than 150 m., 150～300 m., 300～450 m., deeper than 450 m. (but only in the Tomakomai Fishing Ground divided by 160 m.), and every 10 minutes in latitude and longitude.

m 以浅と 160 m 以深に分け、なお時期による違いの有無を確かめるため操業回数の多い襟裳漁場を 1 月～6 月と 7 月～12 月の 2 期に分けた。先ず魚群の棲息分布の斑状構造を想定して、ヒレグロの分布域以外の操業を除去するため、混獲率の度数分布を調べた。ヒレグロを対象とする漁場があるとすれば、その水域ではヒレグロの分布密度が高く、他魚種の密度は低いはずであるから、ヒレグロの混獲率（1 網漁獲量中に占めるヒレグロの割合）の度数分布はある混獲率を峰とする山を形成すると期待されるが、実際の度数分布をみると、襟裳漁場の 150 m 以浅と苫小牧漁場の 160 m 以浅では 15～20 % の所、襟裳漁場の 150 m 以深では 20～25 %に余り顕著ではないが峰が見られ、苫小牧漁場の 160 m 以深，八戸漁場及び金華山漁場でははつきりしない（第 3 図）。従つてヒレグロの高密度分布水域があるにしても、その分布密度は他魚種に比して余り高くなく、従つて混獲率も余り高くないと考えられるから、混獲率の度数分布からヒレグロの主漁場での操業を分離することは困難であることがわかつた。そこで、一応全水域をヒレグロ漁場と仮定して、1 網漁獲量の度数分布について考察を進める。但し全操業を全水域における機会的標本抽出であると仮定する。



第3図 ヒレグロの混獲率の度数分布

Fig. 3. Frequnecy distribution of percentage of *G. stelleri* in the catch per haul.

1 網漁獲量の分布が POISSON 型か非 POISSON 型かを判定するために，POISSON 型の離隔係数[2] V/x を計算した(第 2 表)。その結果はどの漁場でも $V/x>1$ となり（自由度 $n_1=n-1$, $n_2=\infty$ として F 分布で検定），POISSON 型は否定され、負の 2 項型が想定される。眞子[3]によれば 1 つの農林漁区内における数種の魚の 1 網漁獲量は POLYA-EGGENBERGER 型分布に従うという。よつて 1 農林漁区よりもはるかに大きい水域ではあるが、POLYA-EGGENBERGER 型分布を当てはめてみると、苫小牧・金華山の両漁場はこの型の分布に適合するが、襟裳・八戸両漁場では適合しない(第 2 表)。このことゝ先に述べた混獲率の度数分布から見た結果から、ヒレグロの生態分布はある程度の斑状構造を持つが、その中心密度は比較的低いものと想像される。

そこで各分布域の中では 1 網漁獲量は対数正規型の分布とすると仮定すると、この度数分布は 2 つの分布の重なつたものと判定された（HARDING[4] の方法による）。但し 0～0.2 貫 ($X=0$) の大部分は各分布域の周辺部とヒレグロの分布しない水域での操業によるものと考えられるから、これを除いた。χ^2 検定により、襟裳漁場の全数が適合しない外は、襟裳・苫小牧両漁場ともよく適合し、八戸・金華山もほゞ適合するものと見做してよい(第 3 表，第 4 図)。よつて漁獲量の小さい方の分布曲線を B，大きい方を A とすると、魚群密度の高い水域と低い水域とが斑状に混在し、各棲息水域での魚の分布は機会的であり、高密度水域での操業により A，低密度水域より B の分布が抽出されたものと想像される。そして襟裳漁場の 150 m 以浅では 1 月～6 月，7 月～12 月とも A の mode はそれぞれ 21 貫，16 貫，1 月～12 月の 150 m 以深では

第 2 表　1 網漁獲量の度数分布と Poisson 型及び Polya-Eggenberger 型分布の検討

Table 2. Frequency distribution of the catch per haul and the test of goodness of fit in POISSON's and POLYA-EGGENBERGER's distribution. f: 実測値 Observed value. f': 理論値 Theoretical value.

1 網漁獲量の階級（貫） Class of the catch per haul in kan.	x	襟裳漁場 Erimo Fishing Ground								苫小牧漁場 Tomakomai Fishing Ground						八戸漁場 Hatinohe Fishing Ground		金華山漁場 Kinkazan Fishing Ground	
		150m 以浅 Shallower than 150m						150m 以深 Deeper than 150m		合計 Total		160m 以浅 Shallower than 160m		160m 以深 Deeper than 160m		合計 Total					
		1月～6月 Jan.–Jun.		7月～12月 Jul.–Dec.		合計 Total															
		f	f'	f	f'	f	f'	f	f'	f	f'	f	f'	f	f'	f	f'	f	f'	f	f'
0～ 4.9	0	90	69.3	139	116.9	229	183.2	1700	1691.0	1929	1901.0	97	90.3	632	630.0	729	717.0	1038	1017.0	607	609.8
5～ 9.9	1	25	39.3	54	75.4	79	114.0	34	43.9	113	233.8	30	36.5	31	33.8	61	74.9	98	131.4	24	19.3
10～ 14.9	2	21	27.5	54	53.4	75	79.8	22	17.9	97	115.4	18	21.7	15	11.4	33	34.2	57	56.6	11	8.0
15～ 19.9	3	13	20.4	26	39.9	39	58.6	3	9.6	42	70.7	16	14.3	3	5.2	19	19.6	31	30.1	3	4.4
20～ 24.9	4	21	15.6	33	23.8	54	43.9	7	5.7	61	47.6	12	9.9	5	2.6	17	12.5	30	17.5	6	2.6
25～ 29.9	5	11	12.1	23	21.6	34	33.4	1	3.6	35	33.7	5	7.0	0	1.4	5	8.4	14	10.7	0	1.7
30～ 34.9	6	3	9.5	14	16.2	17	25.7	3	2.4	20	24.7	5	5.1	0	0.8	5	5.8	7	6.7	2	1.1
35～ 39.9	7	11	7.5	9	12.2	20	19.7	4	1.6	24	18.5	4	3.7	2	0.5	6	4.1	3	4.4	0	1.0
40～ 44.9	8	9	6.0	19	9.3	28	15.4	3	1.1	31	14.1	5	2.8	1	0.3	6	3.0	0	2.9	1	0.6
45～ 49.9	9	7	4.8	9	7.0	16	11.9	1	0.8	17	10.9	0	2.1			0	2.2	0	1.9	0	0.4
50～ 54.9	10	5	3.8	7	5.3	12	9.3	2	0.6	14	8.5	1	1.5			1	1.6	1	1.3	0	0.3
55～ 59.9	11	3	3.1	4	4.1	7	7.3			7	6.7	1	1.2			1	0.6	2	0.9	0	0.2
60～ 64.9	12	2	2.5	2	2.9	4	5.7			4	5.4	1	0.9			1	0.5	0	0.6	0	0.2
65～ 69.9	13	0	2.0	0	2.2	0	4.5			0	4.3	0	0.7			0	0.4	1	0.4	0	0.1
70～ 74.9	14	2	1.6	3	1.7	5	3.5			5	3.5	3	0.5			3	0.3	0	0.3	0	0.1
75～ 79.9	15	2	1.3	2	1.3	4	2.8			4	2.8	0	0.4			0	0.2	0	0.2	0	0.1
80～ 84.9	16	3	1.1	0	1.0	3	2.2			3	2.3	1	0.3			1	0.2	1	0.1	1	0.1
85～ 89.9	17	0	0.9	0	0.7	0	1.7			0	1.8										
90～ 94.9	18	0	0.8	1	0.6	1	1.4			1	1.5										
95～ 99.9	19	2	0.6	0	0.5	2	1.1			2	1.4										
100～104.9	20	1	0.5	0	0.4	1	0.9			1	1.0										
105～109.9	21	0	0.4	1	0.3	1	0.7			1	0.8										
110～114.9	22	1	0.3	1	0.2	2	0.5			2	0.7										
合計 Total		232	230.9	401*	401.9	633	632.2	1780	1778.2	2413	2411.1	199	198.9	639	686.0	838	885.5	1283	1283.0	655	650.0
平均値 Average	$\bar{x}$	3.31		2.83		3.01		0.12		0.88		1.88		0.16		0.55		0.48		0.17	
不偏分散 Mean square	V	19.2715		12.4175		15.0487		0.5824		5.9378		8.8782		0.4960		2.8870		1.7960		0.8606	
	$V/\bar{x}$	5.82		4.38		5.00		4.73		6.80		4.70		3.04		5.26		3.73		4.90	
	χ_0^2	23.378		28.980		45.147		13.017		122.192		4.517		1.378		9.521		20.260		1.423	
自由度 Degree of freedom		9		10		12		2		12		6		1		7		5		1	
	$P\{\chi^2>\chi_0^2\}$	<0.10		<0.01		<0.01		<0.01		<0.01		0.50～0.70		0.20～0.30		0.10～0.25		≒0.01		0.20～0.30	

* 200 貫を超える漁獲が 2 回あつたが、これは除いた。

* There are two cases of the catch over 200 kan per haul, but these are excluded.

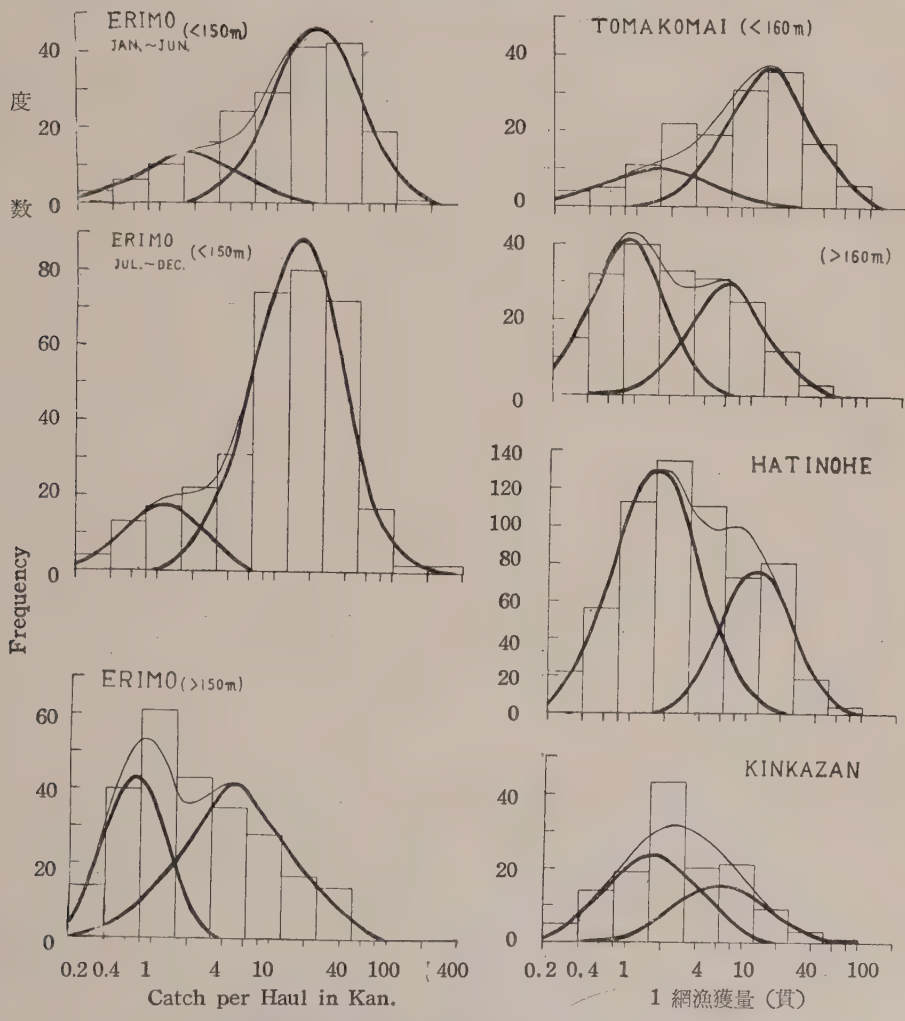
第3表　2つの対数正規型の重なつた1網漁獲量の分布の検討

Table 3. Test of goodness of fit in the bimodal, logarithmic normal distribution for the catch per haul.

f: 実測度数 Frequency observed, f': 確率紙により計算した理論度数 Frequency calculated by the probability paper.

1網漁獲量の階級（貫） Class of the catch per haul in kan.	x	襟裳漁場 Erimo Fishing Ground										苫小牧漁場 Tomakomai Fishing Ground						八戸漁場 Hatinohe Fishing Ground		金華山漁場 Kinkazan Fishing Ground	
		150m 以浅 Shallower than 150m						150m 以深 Deeper than 150m		合計 Total		160m 以浅 Shallower than 160m		160m 以深 Deeper than 160m		合計 Total					
		1月～6月 Jan.–Jun.		7月～12月 Jul.–Dec.		合計 Total															
		f	f'	f	f'	f	f'	f	f'	f	f'	f	f'	f	f'	f	f'	f	f'	f	f'
0.3～ 0.4	1	3	2.9	4	4.1	7	6.5	14	17.9	21	21.0	4	3.9	15	14'0	19	17.9	22	20.0	5	5.0
0.5～ 0.8	2	6	6.5	13	12.0	19	17.6	40	49.1	59	52.2	5	6.3	32	34.9	37	38.5	56	60.7	14	12.8
0.9～ 1.6	3	10	11.9	17	18.9	27	32.4	61	53.9	88	96.8	11	10.3	40	42.1	51	54.2	113	120.1	19	23.4
1.7～ 3.2	4	16	14.4	22	20.8	38	36.6	43	36.9	81	105.3	22	13.8	33	29.7	55	49.2	135	127.1	43	30.9
3.3～ 6.4	5	24	17.9	31	37.6	55	45.7	35	33.0	90	83.0	19	22.8	31	30.5	50	49.7	111	95.3	20	28.2
6.5～ 12.8	6	29	32.4	74	73.0	103	96.5	28	27.9	131	110.0	31	34.5	25	25.3	56	59.6	73	92.4	21	19.4
12.9～ 25.6	7	41	45.7	80	87.6	121	131.7	17	18.0	138	143.9	36	35.3	12	11.8	48	46.4	81	70.4	9	9.1
25.7～ 51.2	8	42	39.3	72	57.7	114	104.3	14	13.4	128	110.0	17	18.1	3	3.0	20	20.8	19	24.1	3	3.3
51.3～102.4	9	19	16.6	17	16.8	36	38.9			36	42.8	6	6.0			6	5.5	4	3.5	1	0.9
102.5～204.8	10	1	4.4	2	3.8	3	6.9			3	7.2										
204.9～409.6	11			2	0.5	2	0.7			2	0.8										
合計 Total		191	192.0	334	332.8	525	517.8	252	250.1	777	773.0	151	151.0	191	191.3	342	341.8	614	613.6	135	133.0
χ_0^2		3.650		5.653		6.266		4.682		16.056		6.133		0.799		1.128		10.496		8.191	
$P\{\chi^2>\chi_0^2\}$		0.20～0.30		0.10～0.20		0.10～0.20		0.10～0.20		<0.01		0.10～0.20		0.50～0.70		0.80～0.90		0.01～0.05		0.01～0.05	
自由度 Degree of freedom		3		3		5		3		5		3		2		4		3		2	

4.9 貫，苫小牧漁場の 160 m 以浅で 13.5 貫，160 m 以深では 6 貫，八戸漁場では 12 貫，金華山漁場では 6.4 貫、また B の mode は襟裳漁場（150 m 以浅）の 1 月～6 月で 1.7 貫，7 月～12 月で 1.2 貫，150 m 以深で 0.7 貫，苫小牧漁場の 160 m 以浅で 1.5 貫，160 m 以深で 0.9 貫，八戸漁場で 1.7 貫，金華山漁場で 1.7 貫となつているから、高密度水域での平均漁獲量は、各海域とも浅みで高く、深みで低い。また高密度水域の平均漁獲量は襟裳漁場で最も高く、苫小牧・八戸がこれに次ぎ、金華山漁場が最も低い。また A・B 両分布曲線のそれぞれの総度数即ち山の大きさは、襟裳漁場の 150 m 以浅では A が B よりずつと大きく、150 m 以深でも A が B より峰は低いが山は大きいし、苫小牧漁場の 160 m 以浅では A が大きく、160 m 以深ではやゝ小さい程度、八戸漁場と金華山漁場では B の方が大きい。このことは北海道漁場



第 4 図　1 網 漁 獲 量 の 度 数 分 布

太線は分離した理論度数、細線はその和、ヒストログラムは実測度数を示す。

Fig. 4. Frequency distribution of the catch per haul.
The thick line shows each divided theoretical distribution, and the thin shows the summation. The histogram denotes the frequency observed.

では高密度魚群の分布が多く、八戸・金華山両漁場では低密度魚群の分布が多いことを示すであろう。以上の結果を綜合して、北方漁場ほど魚群密度（重量密度）が高く、南方ほど低いことがわかる。このことは分布の中心が北方にあることを示すものであろう。

高密度群と低密度群とがそれぞれどのような魚群で構成されているかは生態的空間分布を知る上に重要であるが、1 網毎の体長組成がわかつていないので解析が困難である。しかし後述する推計年令組成と成長曲線とから年令別の重量組成を推計して、高密度群と低密度群との漁獲割合、即ち両群の重量組成と比較してみた。但し体長は各年令の平均を用い、体重は体長の 3 乗に比例すると仮定した。もし年令による棲み分けがあるとすると、どの海域でも同一の年令群が成立すると思われるから、ある年令で区切つた年令別重量組成は A 群或は B 群の割合と一致しなければならない。漁場別に推計した概算重量組成（%）は次のようになる。

年令群	5才以下	4才以下	3才以下	3才以上	4才以上	5才以上	A
襟裳漁場 (150m以浅) 1月～6月	99	56	45	96	55	44	97
〃 〃 7月～12月	98	66	52	95	48	34	99
苫小牧漁場 (160m以浅)	89	62	23	97	77	38	98
〃 (160m以深)	96	87	19	98	81	13	93
八戸漁場	98	90	57	91	43	10	74
金華山漁場	100	99	79	62	21	1	80

これ等の年令群の重量組成が A 群の組成に最も近似するのは 3 才以上の群である。即ち年令による棲み分けがあるとすると、3 才以上の魚が 1 つ 1 つの単位魚群を構成して漁獲される A 群に対応し、2 才以下が同様に成群して B 群に対応することになる。C 群（0.2 貫以下）は上にも述べた様に極めて分布の稀薄な周辺か或は他種の魚群の中に迷入した小さな群（C 群の大部分は漁獲量 0 である）で殆んど問題にならない。

以上の推論は年令による成群或は棲み分けがあると仮定した場合であつて、この推論を立証する直接の資料は今のところ持つていない。A・B 群の構成は年令によるものでなく、すべての年令群が混在し、唯単に魚群密度の違いだけによると考えることも出来る。しかし多くの底魚類において年令による棲み分けは認められている（例えばアブラガレイ・サメガレイ・ババガレイ等）所であつて、それらの場合、若年群は水深の浅い水域に、高年群は深い水域に分布するのが普通である[1]。しかしヒレグロでは深度による棲み分けは明瞭でない。これは後述の体長組成或は年令組成で見られるように、深い方には幾分若年群が少い傾向はあるが、どの深度にもすべての年令群が棲息する。この様に水深が棲み分けの要因とならないにしても、後に推論する様に、2 才以下はそれぞれの水域で発生・成長したものでなく、他水域から移動して来た新加入群であり、3 才以上（或は 3 才のある時期以後）はそれぞれの水域に定着して成長した群であるとすれば、上述の様な年令による成群は、すべての年令群が混在するとするよりも、生態学的にあり得べき現象であると考えられる。

3. 1 網漁獲量の月間変動

各漁場における1網平均漁獲量の月による変動を見るため第 4 図で A•B の度数曲線の交叉

第 4 表　ヒレグロの 1 網漁獲量の階級（A,B,C）別・月別の曳網回数・全漁獲量・1 網平均漁獲量及び1網平均混獲率

Table 4. The number of haul, total catch, the mean catch per haul, and the mean percentage composition of *G. stelleri*, classified by month and the range of the catch per haul, *viz.* A, B and C.

襟裳漁場　(150 m 以浅) Erimo Fishing Ground (shallower than 150 m.)

月 Month	曳網回数 Number of haul			全漁獲量(貫) Total catch in kan.			1網平均漁獲量(貫) Mean catch per haul in kan.			1網平均混獲率 Mean composition %		
	A 4.2<	B 0.3～4.1	C 0.2>	A 4.2<	B 0.3～4.1	C 0.2>	A 4.2<	B 0.3～4.1	C 0.2>	A 4.2<	B 0.3～4.1	C 0.2>
Jan.	17	6	4	636.0	20.0	0.4	27.5	3.3	0.1	32.4	9.6	0.2
Feb.	11	12	2	318.3	19.7	0.2	21.9	1.2	0.1	28.4	5.0	0.4
Mar.	13	10	1	192.8	23.7	0.1	12.3	1.8	0.1	24.3	6.3	0.6
Apr.	2	—	—	20.0	—	—	10.0	—	—	21.9	—	—
May	91	14	1	2747.7	36.1	0.2	23.7	2.4	0.2	30.8	8.3	1.6
Jun.	9	6	1	156.0	9.3	0.2	12.5	1.1	0.2	15.3	1.8	0.5
Sum	143	48	9	4070.8	108.8	1.1						
%	71.5	24.0	4.5	97.4	2.6	0.1						
	2.5<	0.3～2.4	0.2>	2.5<	0.3～2.4	0.2>	2.5<	0.3～2.4	0.2>	2.5<	0.3～2.4	0.2>
Jul.	25	1	2	197.0	0.3	0.4	7.1	0.3	0.2	12.6	0.3	0.5
Aug.	32	6	1	470.5	3.4	0.2	10.4	0.5	0.2	14.5	2.4	0.3
Sep.	57	10	2	1096.8	11.8	0.4	15.3	0.9	0.2	20.8	6.3	6.5
Oct.	81	5	8	2772.6	4.0	1.6	20.9	0.8	0.2	23.7	1.4	0.4
Nov.	88	14	12	2014.6	15.6	1.7	13.9	1.0	0.1	21.3	1.4	0.2
Dec.	12	3	1	171.4	3.6	0.2	9.7	1.1	0.2	18.5	4.2	1.4
Sum	295	39	26	6722.9	38.7	4.5						
%	82.0	10.8	7.2	99.4	0.6	0.1						

襟裳漁場 (150m 以浅)　Erimo Fishing Ground (shallower than 150 m.)

Mon.	A 3.7<	B 0.3～3.6	C 0.2>	A 3.7<	B 0.3～3.6	C 0.2>	A 3.7<	B 0.3～3.6	C 0.2>	A 3.7<	B 0.3～3.6	C 0.2>
Jan.	19	4	4	644.0	12.0	0.4	21.1	3.3	0.1	30.6	10.4	0.2
Feb.	12	11	2	322.3	15.7	0.2	19.0	1.1	0.1	26.8	4.5	0.4
Mar	16	7	1	204.8	11.7	0.1	10.0	1.2	0.1	18.6	3.8	0.6
Apr.	2	—	—	20.0	—	—	10.0	—	—	21.9	—	—
May	93	12	1	2760.7	23.1	0.2	22.9	2.1	0.2	30.4	8.6	1.6
Jun.	10	5	1	160.0	5.3	0.2	11.2	0.8	0.2	14.1	1.4	0.5
Jul.	22	4	2	188.0	9.3	0.4	7.9	1.7	0.2	13.2	6.2	0.5
Aug.	28	10	1	458.5	15.4	0.2	12.4	1.0	0.2	15.7	3.7	0.3
Sep.	53	14	2	1084.8	23.8	0.4	17.3	1.4	0.2	21.9	3.9	6.5
Oct.	78	8	8	2761.6	15.0	1.6	23.8	1.1	0.2	24.1	6.2	0.4
Nov.	87	15	12	2011.9	18.3	1.7	17.1	1.1	0.1	21.5	1.7	0.2
Dec.	9	6	1	163.0	12.0	0.2	14.6	1.7	0.2	22.8	3.7	1.4
Sum	429	96	35	10779.6	161.6	5.6						
%	76.6	17.1	6.3	98.5	1.5	0.1						

第4表 (つゞき) Table 4. Continued.

襟裳漁場 (150 m 以深) Erimo Fishing Ground (deeper than 150m.)

月 Mon.	曳網回数 Number of haul			全漁獲量(貫) Total catch in Kan.			1網平均漁獲量(貫) Mean catch per haul in kan.			1網平均混獲率 Mean composition %		
	A 1.5<	B 0.3~1.4	C 0.2>	A 1.5<	B 0.3~1.4	C 0.2>	A 1.5<	B 0.3~1.4	C 0.2>	A 1.5<	B 0.3~1.4	C 0.2>
Jan.	18	39	14	53.7	27.1	1.8	2.6	0.6	0.1	6.6	3.9	0.2
Feb.	16	13	10	155.9	10.8	1.5	4.8	0.8	0.1	9.0	2.4	0.8
Mar.	29	15	1	187.3	11.9	0.1	5.0	0.8	0.1	8.1	1.5	1.3
Apr.	4	—	—	29.0	—	—	6.7	—	—	10.4	—	—
May	22	2	2	285.0	2.0	0.3	9.8	1.0	0.1	17.1	1.0	0.7
Jun.	16	8	1	144.0	7.0	0.2	8.0	0.8	0.2	19.3	11.7	0.1
Jul.	5	9	4	18.0	5.4	0.6	3.3	0.5	0.1	8.0	2.5	0.1
Aug.	6	—	1	240.0	—	0.1	36.3	—	0.1	18.3	—	0.1
Sep.	1	4	2	2.0	3.5	0.4	2.0	0.8	0.2	14.3	9.7	0.2
Oct.	2	5	2	5.0	5.0	0.3	2.4	1.0	0.1	5.6	2.2	0.4
Nov.	5	15	25	18.5	12.2	3.3	3.2	0.8	0.1	4.9	2.5	0.2
Dec.	15	2	6	205.0	1.5	0.7	11.1	0.7	0.1	13.1	1.9	0.2
Sum	139	112	68	1343.4	86.4	9.3						
%	43.6	35.1	21.3	93.4	6.0	0.6						

苫小牧漁場 (160 m 以浅) Tomakomai Fishing Ground (shallower than 160 m.)

Mon.	A 2.9<	B 0.3~2.8	C 0.2>	A 2.9<	B 0.3~2.8	C 0.2>	A 2.9<	B 0.3~2.8	C 0.2>	A 2.9<	B 0.3~2.8	C 0.2>
Jan.	14	5	1	186.4	6.3	0.1	10.7	1.1	0.1	14.6	6.2	0.3
Feb.	7	—	—	103.5	—	—	12.4	—	—	16.5	—	—
Mar.	15	4	2	295.0	4.3	0.4	13.4	0.9	0.2	18.2	1.8	0.3
Apr.	—	1	—	—	1.0	—	—	1.0	—	—	1.2	—
May	8	4	1	140.9	5.5	0.1	14.4	1.2	0.1	24.7	3.4	0.2
Jun.	3	1	1	21.7	0.5	0.2	5.9	0.5	0.2	5.1	2.7	0.1
Jul.	1	2	—	25.0	5.0	—	25.0	2.2	—	26.6	19.9	—
Aug.	6	6	1	82.0	4.7	0.1	10.5	0.6	0.1	18.7	5.6	1.4
Sep.	4	—	—	96.0	—	—	23.6	—	—	27.4	—	—
Oct.	33	—	—	725.7	—	—	14.6	—	—	18.4	—	—
Nov.	7	5	2	203.0	9.4	0.2	18.5	1.9	0.1	33.6	6.4	0.4
Dec.	17	8	1	192.0	13.0	0.1	9.7	1.4	0.1	19.5	10.2	0.1
Sum	115	36	9	2071.2	49.7	1.2						
%	72.0	22.5	5.6	97.7	2.3	0.1						

する点によつて便宜的に A・B を分ち、0.2 貫以下を C として、各月の 1 網漁獲量を A・B・C の 3 階級に分けた (第 4 表)。A と B とは重なる部分による誤差を含むが、それは問題とするほど大きくはない。そこで先ずこの調査資料でのヒレグロの全漁獲量を見るに、襟裳漁場 150 m 以浅の漁獲量 10,946.8 貫に対して、150 m 以深は僅かに 1,439.1 貫に過ぎない。また苫小牧漁

第4表 (つゞき) Table 4. Continued.

苫小牧漁場 (160 m 以深) Tomakomai Fishing Ground (deeper than 160 m.)

月 Mon.	曳網回数 Number of haul			全漁獲量(貫) Total catch in kan.			1網平均漁獲量(貫) Mean catch per haul in Kan.			1網平均混獲率 Mean composition %		
	A 2.5<	B 0.3~2.4	C 0.2>	A 2.5<	B 0.3~2.4	C 0.2>	A 2.5<	B 0.3~2.4	C 0.2>	A 2.5>	B 0.3~2.4	C 0.2>
Jan.	18	10	6	239.0	7.9	0.9	5.4	0.7	0.1	25.3	3.5	2.9
Feb.	5	3	1	54.0	2.0	0.2	9.2	0.6	0.2	14.5	0.7	0.1
Mar.	26	14	14	235.6	15.3	2.2	7.1	0.9	0.1	12.0	3.4	0.8
Apr.	—	3	3	—	1.6	0.3	—	0.4	0.1	—	1.8	0.3
May	8	15	4	45.1	12.6	0.7	4.9	0.7	0.2	11.0	4.7	0.4
Jun.	4	26	21	20.0	24.7	2.5	4.7	0.8	0.1	12.2	4.8	0.5
Jul.	11	21	8	61.0	22.2	1.1	4.7	0.9	0.1	12.5	2.1	0.3
Aug.	—	—	4	—	—	0.5	—	—	0.1	—	—	0.5
Sep.	—	—	1	—	—	0.1	—	—	0.1	—	—	0.3
Oct.	2	1	—	6.0	0.5	—	3.0	0.5	—	5.0	0.8	—
Nov.	9	9	2	64.0	9.8	0.2	6.7	0.9	0.1	6.5	2.3	0.6
Dec.	3	3	3	19.0	4.9	0.5	5.2	1.6	0.2	18.3	5.9	0.4
Sum	86	105	67	743.7	101.5	9.2						
%	33.3	40.7	26.0	87.1	11.9	1.1						

苫小牧漁場 (合計) Tomakomai Fishing Ground (Total)

Mon.	A 3.2<	B 0.3~3.1	C 0.2>	A 3.2<	B 0.3~3.1	C 0.2>	A 3.2<	B 0.3~3.1	C 0.2>	A 3.2<	B 0.3~3.1	C 0.2>
Jan.	31	16	7	422.4	17.2	1.0	10.5	0.9	0.1	20.6	5.4	2.5
Feb.	12	3	1	157.5	2.0	0.2	11.0	0.6	0.2	14.5	0.7	0.1
Mar.	38	21	16	522.6	27.6	2.6	9.6	1.1	0.2	14.8	3.6	0.7
Apr.	—	4	3	—	2.6	0.3	—	0.5	0.1	—	1.7	0.3
May	13	22	5	177.0	27.1	0.8	11.4	1.0	0.2	20.4	4.7	0.4
Jun.	6	28	22	38.7	28.2	2.7	2.4	0.8	0.1	9.7	4.8	0.5
Jul.	8	27	8	74.0	39.2	1.1	7.2	1.2	0.1	16.8	4.2	0.3
Aug.	6	6	5	82.0	4.7	0.6	10.5	0.6	0.1	18.7	5.6	0.7
Sep.	4	—	1	96.0	—	0.1	23.6	—	0.1	27.4	—	0.3
Oct.	33	3	—	725.7	6.5	—	14.6	1.7	—	18.4	0.6	—
Nov.	16	14	4	267.0	19.2	0.4	10.4	1.2	0.1	18.4	3.8	0.3
Dec.	19	12	4	208.0	20.9	0.6	8.4	1.5	0.1	20.1	8.5	0.4
Sum	186	156	76	2770.9	195.2	10.4						
%	44.5	37.3	18.2	93.1	6.6	0.3						

場の 160 m 以浅の 2,122.1 貫に対し、160 m 以深は 854.4 貫に過ぎず、北海道漁場では 150 m 或は 160 m 以浅の漁獲が圧倒的に多い。又 A・B・C の総漁獲量を比較するとどの漁場でも、また深度の如何を問わず、A が最も多く、全体の 74~99% を占める。C は 1.1% 以下に過ぎず、殆んど問題とするに足りない。1 網漁獲量の平均は上述の様に A と B とではかなりの開

第4表 (つゞき) Table 4. Continued.

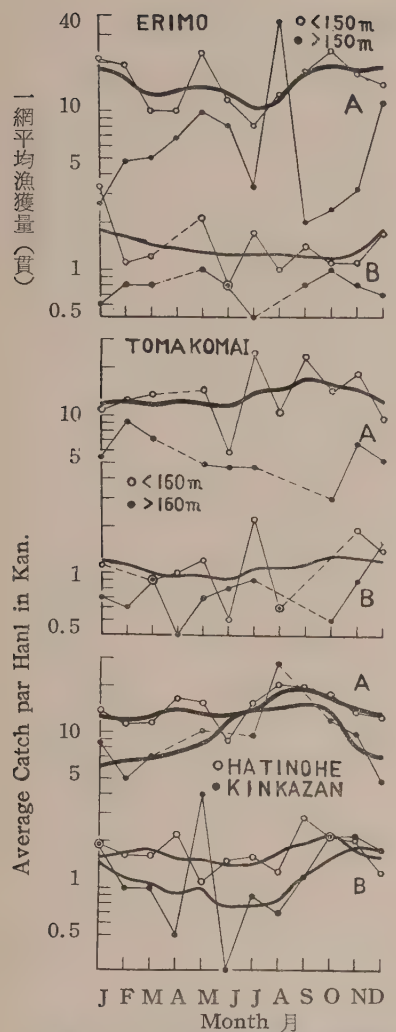
八戸漁場 Hatinohe Fishing Ground

月 Mon.	曳網回数 Number of haul			全漁獲量(貫) Total catch in Kan.			1網平均漁獲量(貫) Mean catch per haul in kan.			1網平均混獲率 Mean composition %		
	A 5.7<	B 0.3~5.6	C 0.2>	A 5.7<	B 0.3~5.6	C 0.2>	A 5.7<	B 0.3~5.6	C 0.2>	A 5.7<	B 0.3~5.6	C 0.2>
Jan.	63	97	6	989.3	402.1	0.8	13.8	1.9	0.1	25.0	9.7	0.6
Feb.	27	124	32	378.5	258.5	4.2	11.1	1.6	0.1	22.0	8.6	0.9
Mar.	13	32	10	164.5	72.1	1.4	11.2	1.6	0.1	28.3	8.8	0.3
Apr.	20	9	4	356.5	24.3	0.7	16.4	2.2	0.2	33.6	15.7	1.2
May	5	21	5	89.4	35.4	0.8	15.6	1.1	0.2	23.2	3.8	0.3
Jun.	6	43	8	57.0	87.6	1.4	8.9	1.5	0.2	12.6	6.8	1.0
Jul.	12	9	3	210.1	18.0	0.4	15.8	1.6	0.1	14.8	7.6	3.7
Aug.	4	11	—	109.0	19.4	—	20.8	1.3	—	19.7	2.2	—
Sep.	8	3	—	169.8	9.0	—	20.0	2.9	—	24.3	8.0	—
Oct.	7	13	1	154.3	35.8	0.1	18.0	2.2	0.1	16.8	7.4	0.5
Nov.	12	24	11	208.7	58.7	1.5	13.9	2.1	0.2	26.7	8.4	0.4
Dec.	14	37	5	194.5	65.0	1.0	12.8	1.3	0.2	26.3	7.2	0.7
Sum	191	423	85	3081.6	1085.9	12.3						
%	27.3	60.6	12.2	73.8	26.0	0.3						

金華山漁場 Kinkazan Fishing Ground

Mon.	A 4.5<	B 0.3~4.4	C 0.2>	A 4.5<	B 0.3~4.4	C 0.2>	A 4.5<	B 0.3~4.4	C 0.2>	A 4.5<	B 0.3~4.4	C 0.2>
Jan.	8	13	5	64.0	29.5	0.7	8.5	1.9	0.1	12.1	6.8	0.3
Feb.	1	19	1	5.0	25.1	0.1	5.0	1.0	0.1	6.9	1.8	0.2
Mar.	1	12	7	7.0	14.9	1.1	7.0	1.0	0.1	20.2	6.6	0.5
Apr.	—	1	—	—	0.5	—	—	0.5	—	—	6.6	—
May	7	1	—	78.1	4.0	—	10.2	4.0	—	22.5	20.1	—
Jun.	—	1	—	—	0.3	—	—	0.3	—	—	1.6	—
Jul.	4	3	1	45.6	4.2	0.2	9.6	0.9	0.2	28.6	2.6	0.7
Aug.	2	2	2	60.0	1.5	0.3	28.3	0.7	0.1	60.0	5.9	3.8
Sep.	—	4	1	—	5.9	0.1	—	1.2	0.1	—	8.4	1.3
Oct.	9	6	1	121.1	14.0	0.2	12.2	2.2	0.2	12.0	2.7	0.5
Nov.	14	20	3	215.5	40.1	0.3	10.0	2.2	0.1	12.1	3.5	0.2
Dec.	2	5	—	10.0	11.7	—	—	1.8	—	10.6	10.8	—
Sum	48	87	21	606.3	151.7	3.0						
%	30.8	55.7	13.5	79.7	19.3	0.4						

きがあり、これを月別に見ても同様である(第 5 図)。更に混獲率を見れば A は常に B より高く、月により変動はあるが、A は襟裳漁場の 150 m 以浅で平均 20 % 前後, 150 m 以深で 11 %、苫小牧漁場の 160 m 以浅で 20 %, 160 m以深で 13 %、八戸漁場で 23%、金華山漁場で 21% であるが、B は襟裳漁場の 150 m 以浅で 5 %, 150 m 以深で 4 %、苫小牧漁場の 160 m 以浅で 6



第5図　1網平均漁獲量の月変動
A: 高密度群(第4表のA)
B: 低密度群(第4表のB)

Fig.5. Monthly change of the mean catch per haul.
A: The catch from the shoal of higher concentration (See A in Table 4),
B: The catch from the shoal of lower concentration (See B in Table 4).

%，160 m 以深で 3%、八戸漁場で 8%、金華山漁場で 7 %であつて、A は B のほゞ 3, 4 倍の濃密な魚群(但し重量) であることがわかる。C はいずれも 1% 前後に過ぎず、混獲率から言つても分布の周辺の極めて稀薄な水域である。從つてヒレグロの分布の主群は A であり、襟裳・苫小牧両漁場においてはそれぞれ 150 m 以淺及び 160 m 以淺であると言える。よつて主としてA・B 群について襟裳漁場の 150 m 以淺，苫小牧漁場の 160 m 以淺，及び八戸・金華山両漁場の 1 網平均漁獲量(対数の平均) の月による変動から、季節的な魚群の動きを推定した。

1 網平均漁獲量は第5図の様に見掛上の月変動が見られるが、A 群において襟裳漁場では分散の大きい1月或いは小さい7月の何れか一方を除けば分散は各月一様と見做してよい。金華山漁場でも分散の小さい12月を除けば分散は一様と見做される (但し操業が1回しかない月は除外した)。苫小牧・八戸両漁場でも分散は一様と見てよい(第 5 表)。よつて1網平均漁獲量の月による差は、襟裳漁場では有意水準 1% で、八戸漁場では 5% で有意と認めることが出来るが、苫小牧及び金華山漁場では有意差を認め得ない(第 6 表)。これは襟裳及び八戸漁場では観測回数が比較的多いのに、苫小牧・金華山両漁場では観測回数が少いためであろう。結局どの漁場でも月変動があるとすべきであろう。B 群においても同様である。

以上の統計的検討の結果に基いて、各漁場の1網漁獲量の月による変動の型を比較してみる(第 5 図)。先ずA群に対し3ヶ月毎の移動平均によつて小さい変動を平滑にしてみると、襟裳漁場(150 m 以淺) では 9 月から 2月頃までが多く、最高が 10 月、苫小牧漁場(160 m 以淺) では 7 月から 11 月が多く、9 月が最高、八戸漁場では 7月-8 月 より 10月-11 月頃までが多く 8月-9 月が最高、金華山漁場では 6月-7 月から 10 月頃までが多いが、調査回数少く、欠測の月も多いし、統計的検定の結果も上述の如く信頼性が低いが、8 月 前後が最高と見てよいだろう。以上のことから A 群の魚群密度の高まる時期は南の漁場ほど幾分早く現われる傾向はある

第 5 表　A群の1網漁獲量（単位：貫）の対数の平均値及びその分散並びに分散の一様性の検定

Table 5. The logarithmic mean of the catch per haul in kan and the test of uniformity of the variance, in the group A.

月 Month	襟裳漁場 Erimo Fishing Ground (<150 m.)			苫小牧漁場 Tomakomai Fishing Ground (<160m .)			八戸漁場 Hatinohe Fishing Ground			金華山漁場 Kinkazan Fishing Ground		
	1 網平均値 Mean	回数 N. obs.	分 散 Variance	1 網平均値 Mean	回数 N.obs	分 散 Variance	1 網平均値 Mean	回数 N. obs.	分 散 Variance	1 網平均値 Mean	回数 N. obs	分 散 Variance
Jan.	1.3242	19	0.2095	1.0280	14	0.0899	1.1402	63	0.0465	0.9302	8	0.0346
Feb.	1.2799	12	0 1696	1.0948	7	0 0810	1.0458	27	0.0664	0.6990	1	—
Mar.	0.9978	16	0.0987	1.1275	15	0.1660	1.0519	13	0.0447	0.8451	1	—
Apr.	1.0000	2	0.0000	—	—	—	1.2144	20	0.0364	—	—	—
May	1.3597	93	0.1099	1.1576	8	0.1072	1.1943	5	0.0650	1.0081	7	0·0389
Jun.	1.0485	10	0.1341	0.7681	3	0.1132	0.9490	6	0.0299	—	—	—
Jul.	0.8991	22	0.0399	1.3979	1	—	1.1976	12	0.0461	0 9814	4	0.0908
Aug.	1.0946	28	0.1027	1.0203	6	0.1266	1.3181	4	0.1198	1.4516	2	0.0454
Sep.	1.2387	53	0.0645	1.3730	4	0.0085	1.3015	8	0.0252	—	—	—
Oct.	1.3765	78	0.1309	1.1630	33	0.1564	1.2543	7	0.0957	1.0850	9	0.0379
Nov.	1.2322	87	0.1314	1.2679	7	0·2415	1.1419	12	0.0867	0.9991	14	0.1361
Dec.	1.1645	9	0.1051	0.9883	17	0 0685	1.1085	14	0.0349	0.6990		0.0000
χ^2	13.596* 16.493**			11.265			9.671			6.445		
P	0.20～0 10* 0 10～0 05**			0 30～0 20			0.70～0.50			0.30～0.20		
備考 Remarks	* 4月と7月を除いた場合の値 Values excluded Apr. and Jul. ** 4月と1月を除いた場合の値 Values excluded Jan. and Apr.			7月を除く Excluding July						2月・3月・12月を除く Excluding February, March, and December.		

が、ほゞ一致するとみてよかろう。

次に B 群では苫小牧（160 m 以浅）・八戸・金華山の各漁場とも殆んど同じような月次変化をし、9月～2月頃高く、3月～8月頃低い。襟裳漁場(150 m 以浅)でも多少の時期のずれはあるが、12月～2 月に高く、6月～11 月に低いから、結局どの漁場でも冬季に高く夏季に低いと言える。

これらの月変動の原因を追求するために、次に述べる体長組成の月次変化と対比して、特定の体長群の密度変化の影響があるかどうかを調べた。即ち1網平均漁獲量の月変化が統計的に確認された A 群の襟裳（150 m 以浅）及び八戸両漁場について、1 網平均漁獲量（対数の平均）を (1)，第 7 図の月別体長組成を逆正弦変換して、17 cm 未満を (2)，17～21 cm を (3)，21 cm 以上を (4) として相関係数を求めると、襟裳漁場では $r_{12}=0.548$，$r_{13}=0.436$，$r_{14}=-0.574$，$r_{1\,234}=0.822$、八戸漁場では $r_{12}=-0.180$，$r_{13}=0.301$，$r_{14}=-0.295$，$r_{1\,234}=0.464$ となつて、襟裳漁場の重相関を除いていずれも有意でない(5 % 水準)。即ち、1 網平均漁獲量の月次変化は特定の体長群の相対的な増減と襟裳では幾らか関係があるが、他漁場では殆んど関係がない。従つてその変化の要因を他に求めなければならない。

第 6 表　A 群の 1 網漁獲量の対数の平均値の月による差の検定
Table 6. The analysis of variance regarding the monthly change of the catch per haul in logarithm, in the group A.

漁場 Fishing Ground	要因 Factor	平方和 Sum of Square	自由度 Degree of freedom	不偏分散 Mean square	分散比 Variance ratio
襟裳* Erimo	月 Month	4.6162	9	0.5129	5.49
	誤差 Error	36.8419	395	0.0935	
	計 Total	41.4581	404		
襟裳** Erimo	月 Month	8.9834	9	0.9982	11.78
	誤差 Error	33.7216	398	0.0847	
	計 Total	42.7050	407		
苫小牧 Tomakomai	月 Month	1.3106	9	0.1456	1.15
	誤差 Error	13.2028	104	0.1270	
	計 Total	14.5134	113		
八戸 Hatinohe	月 Month	1.1656	11	0.1060	2.05
	誤差 Error	9.2710	179	0.0518	
	計 Total	10.4366	190		
金華山 Kinkazan	月 Month	0.4872	5	0.0974	1.30
	誤差 Error	2.8468	38	0.0749	
	計 Total	3.3340	43		

* 4月と7月を除いた場合
Excluding April and July.
** 4月と1月を除いた場合
Excluding April and January.

東北水研八戸支所の調査[5]によれば、ヒレグロの胃中に餌を持つ個体の出現率は 4月－5月より 8月－9月にかけて高く 90％ 以上、12月－1月に最低で 70％ 以下となつている。苫小牧以南の各漁場における A 群の平均漁獲量の月変化はおゝよそこの有餌個体の出現率の月変化と平行している。襟裳漁場では 4月－5頃やゝ高まる傾向はあるが 7月－8月に低く、再び 9月～2月に高い平均漁獲量の変化を示すから、有餌個体の出現率とは平行しない。従つて一般には魚群の索餌行動の盛なとき魚群密度が高まるものであろうが、襟裳漁場の場合は他の原因例えば体長組成の変化が影響しているかも知れない。B 群の場合は索餌の周期とはずれており、索餌行動の影響よりは他に強い要因がなくてはならない。後に見るように、若年魚の加入の時期が秋季から春季にかけてであるとすると、そして先に述べたように B 群が若年群によつて構成されているとすると、この B 群の 1 網平均漁獲量の月変化は新加入群による魚群密度の高まりに起因すると考えてよいかも知れない。

4. 漁場別の体長組成

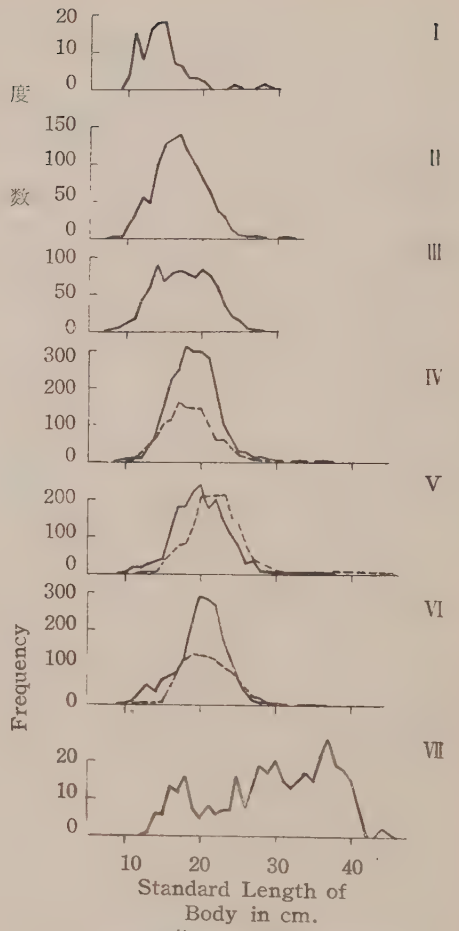
各漁場の調査期間を通じての体長組成の主な範囲は小名浜では 10～20 cm (mode は 14 cm 前後), 宮古・金華山漁場では 10～25 cm (mode は 16cm 前後), 八戸漁場では 12～25 cm (mode は 18, 19 cm 附近), 苫小牧漁場では 15～27 cm (mode は 20 cm 前後), 襟裳漁場では 15～

26 cm (mode は 20 cm前後)である (第 6 図)。従つて漁場が北に移るほど大きくなる傾向がみられる。日本海側でも同じ傾向がある[6]。即ち山陰地方沖では 5～34 cmの範囲にあり、mode は 10 cm 前後、北の北海道岸 (小樽・稚内) では 10～37 cmの範囲にあつて 13 cm 前後と 19 cm 前後の 2 つの mode が見られる。また南千島では 13～45 cm の範囲にあつて、17 cm 前後, 29 cm前後, 37 cm 前後の 3 峰が見られ、25 cm 以上の大型魚が大きな割合を占める非常に特徴的な組成を示す。日本海側の体長組成と太平洋側のものとを比較すると日本海南部 (山陰沖) でみられる mode 10 cm 前後の群は太平洋側では殆んど見られない。

日本海側の南と北とでの体長組成の相違は population の相違によることが示唆された[6]が、太平洋岸の北海道以南での連続的な体長組成の変化は、南方ほど底曳網の魚捕部の網目が小さくなることから、mode の小さい方への偏りは説明され[7]、どの漁場でも 25 cm 以上の大型魚が非常に少いこと、成熟魚体の極めて少いこと (日本海南部の早熟型と違つて、少くとも 25 cm 以上の体長に達しなければ成熟しないため)、未だ調査が不充分であるが千島漁場で大型魚の組成の大きいこと等の諸事実は、population の相違によると考えるよりも、これら漁場の population は一連の関連を持ち、ある補給源より分布して来た周辺分布の様相を示すものではないかという疑問をいだかせるものである。

5. 体長組成の季節変化

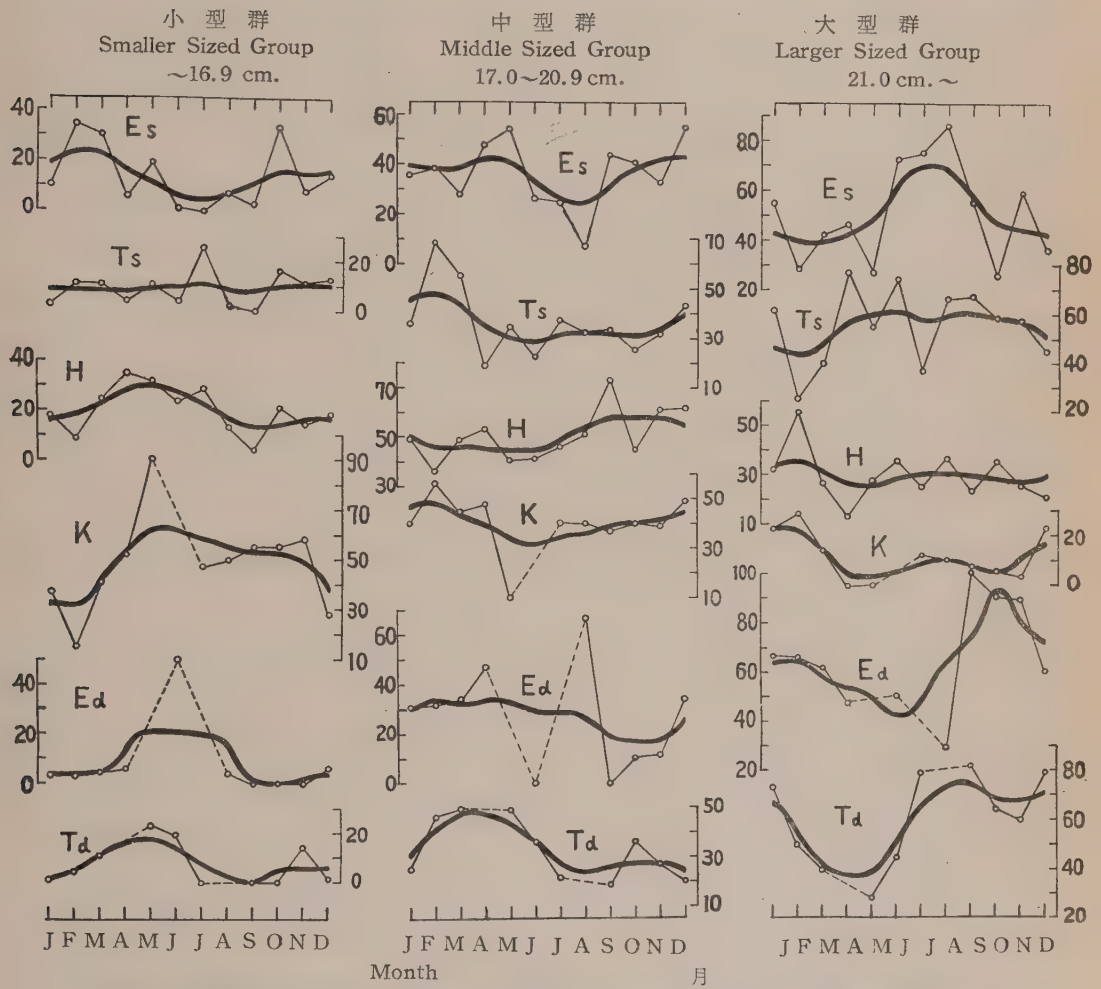
襟裳・苫小牧・八戸の 3 漁場では毎回 50 尾前後、金華山漁場では 30 尾前後の標本を抽出したから、前の 3 漁場では毎回の測定数を 50 尾に、金華山漁場では 30 尾に換算して、各年



第 6 図 漁場別体長組成 (年間綜合組成)
I：小名浜(1950年10月～1951年 3 月)
II：金華山(1950年10月～1955年 1 月)
III：宮 古(1950年11月～1952年 5 月)
IV：八 戸(実線：1950年10月～1954年12月, 破線：1955年 1 月～1956年12月)
V：苫小牧(実線：1950年10月～1954年12月, 破線：1955年 1 月～1956年12月)
VI：襟 裳(実線：1950年10月～1954年12月, 破線：1955年 1 月～1956年12月)
VII：南千島(1955年11月, 1956年2月, 1957年3月・4月・6月)

Fig. 6. Length frequencies distributions in each fishing ground.
I : Onahama Fishing Ground, from Oct., 1950 to Mar., 1951. II : Kinkazan Fishing Ground, from Oct., 1950 to Jan, 1955. III : Miyako Fishing Ground, from Nov., 1950 to May, 1952. IV : Hatinohe Fishing Ground, from Oct., 1950 to Dec., 1954 in full line, and from Jan., 1955 to Dec., 1956 in broken line. V : Tomakomai Fishing Ground, from Oct., 1950 to Dec., 1954 in full line, and from Jan., 1955 to Dec., 1956 in broken line. VI : Erimo Fishing Ground, from Oct., 1950 to Dec., 1954 in full line, and from Jan., 1955 to Dec., 1956 in broken line. VII : South Kurile Islands Fishing Ground, in Nov., 1955, Feb., 1956, Mar., Apr., and Jun., 1957.

同月の数回の測定値を合計した。それを更に体長17cm未満（16.9 cm 以下）の小型魚，17～20 cm（17.0～20.9 cm）の中型魚，21 cm 以上（21.0cm 以上）の大型魚に3区分して、各群の組成の月による変動を見た。おゝよそ小型魚は2才以下，中型魚は3才，大型魚は4才以上の魚群と思われる（後述）。小さな変動を除くために 3 ケ月毎の移動平均により平滑にする(第 7 図)。



第 7 図　小型魚（17 cm 未満），中型魚（17～20 cm），大型魚（21 cm 以上）の組成の月変化
Fs：襟裳漁場（150 m 以浅），Ed：襟裳漁場（150 m 以深），Ts：苫小牧漁場（160 m 以浅），Td：苫小牧漁場（160 m 以深），H：八戸漁場，K：金華山漁場

Fig. 7. Monthly change of percentage composition of the smaller sized group (<17 cm. in the standard length), the middle sized group (17～20 cm.), and the larger sized group (≧21 cm.). Es: Erimo Fishing Ground, shallower than 150 m. in depth; Ed: Erimo Fishing Ground, deeper than 150 m.; Ts: Tomakomai Fishing Ground, shallower than 160 m.; Td: Tomakomai Fishing Ground, deeper than 160 m.; H: Hatinohe Fishing Ground; K: Kinkazan Fishing Ground.

先ず 17 cm 未満の小型群では襟裳漁場の 150 m 以浅で 6 月～8 月を最低、2 月－3 月を最高とする変化が見られる。150 m 以深では 5 月・7 月に欠測があるが、9 月～3 月は低く、6 月頃

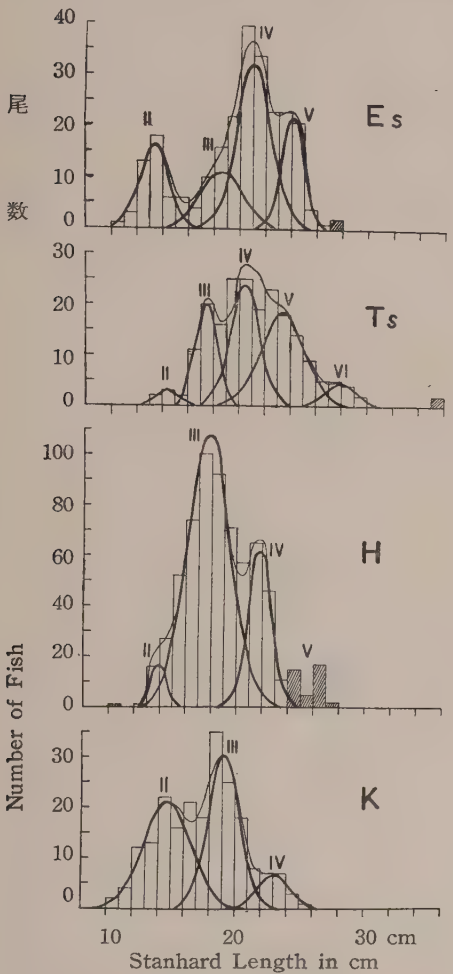
高くなり、150 m 以浅の6月～8月の低下が 150 m以深のほゞ同時期の高まりに対応し、この時期に小型魚の浅みから深みへの拡散が起るのではないかと思われる。苫小牧漁場の 160 m 以浅では周年殆んど大きな変化はないが、160 m 以深では7月～2月に低くく、3月～6月に高い。八戸漁場では 9月－10月を最低, 4月～6月を最高とし、襟裳漁場 (150 m 以浅) より最低・最高ともに約3ヶ月の時期のおくれが認められるが、苫小牧漁場の 160 m 以深とほぼ等しい変化を示す。金華山漁場では 1月-2月を最低, 5月-6月を最高とし、最高期は八戸漁場よりやゝ遅れ気味、最低期は数ヶ月の遅れを見る。このように苫小牧漁場 (160 m 以浅) は明瞭でないが、北方漁場から南方漁場に向つて小型魚の組成の月変化の位相が遅れて来ることは、上述の襟裳漁場の場合のように浅みから深みへの拡散もあるとしても、深みの魚群密度は上述の様に低いことから考えれば、北方より南方への小型魚群の水平移動に起因するものではなかろうか。

17～20 cm の中型群の組成は、襟裳漁場の 150 m 以浅で 7月-8月を最低とし、10月～5月に高く、150 m 以深で 9月～11月に低く、1月～8月に高い。苫小牧漁場の160 m 以浅では 5月～11月に低く、1月～3月に高いし、160 m 以深では 7月～12月に低く、2月－3月に高い。即ち襟裳と苫小牧の両漁場では月変化の位相は大体一致している。但し浅みと深みでは多少のずれがある。八戸漁場では 2月～6月に低く、9月～11月に高い。金華山漁場では 5月-6月を最低、1月-2月を最高とする変化をする。従つて中型群の組成の月変化からは全漁場を通じての一定の傾向は読みとり難い。それは毎月成長によつて小型群から中型群へ、中型群から大型群へと編入替えされる部分を含むためであろう。

21 cm 以上の大型群の組成は襟裳漁場の 150 m 以浅で 10月～4月に低く、7月-8月に最高、150 m 以深で 6月頃に最低、10月に最高となる変化を示す。即ち浅みと深みとでは 2, 3 ヶ月のずれが見られる。苫小牧漁場の 160 m 以浅では 1月～3月に低く、4月～11月に高いし、160 m 以深では 3月～5月に低く、7月～1月に高い。即ちこゝでも浅みと深みとでは 2, 3ヶ月のずれが見られる。八戸漁場では変化が小さいが 4月～11月に低く、1月～2月に高いし、金華山漁場では 4月～10月に低く、1月-2月に高いから、この両漁場は殆んど同じ変化である。従つて4漁場の月変化の位相は小型魚と反対に北海道漁場が三陸漁場より遅れてくる傾向がある。即ち、大型魚は南方から北方に水平移動をすると考える資料を提供する。

中型魚の組成の月変化は小型魚と大型魚に影響されるから、一定の傾向の変化は摑みにくいが、漁場別に大・中・小の各型群の動きを比較すると、襟裳漁場(150 m 以浅) では小型群と中型群の動きは似ており、大型群が逆である。150 m 以深でもほゞ同じ。苫小牧漁場の 160 m 以浅では小型群は周年変化なく、従つて中型群と大型群は全く逆になる。160 m 以深でも小・中型群はほゞ等しく、大型群は逆になる。八戸漁場では小型群と中型群は全く逆であるが、大型群は変化が小さく、やゝずれている。金華山漁場では中型群と大型群はほゞ等しく、小型群はそれ等と逆の変化を見せる。即ち大・中・小型の組成の変化の型は襟裳・苫小牧両漁場は等しく、大型群と中型以下の群との組成がほゞ伯仲し、金華山漁場では小型群の比重が大きくて、中・大型群

と伯仲する。八戸漁場は各群がほゞ等しい組成を持つて、襟裳・苫小牧と金華山との中間型を示すと見ることが出来る。　そしてその時期的変化から見ると、冬季から春季にかけて小型群は北方から南方に移動し、大型群は冬季から夏季にかけて南方から北方に移動するが、中型群は小型群とともに南下しながら或は定着して成長し、各漁場で大型群に編入されると北方への移動に転ずると考えれば、組成の月変化を説明することが出来よう。後述するように襟裳以南のどの漁場でも大規模に産卵が行われる形跡が見出せないから、各水域での population の違いがあると考えるよりも、若年魚の他海域からの加入と、高年魚の産卵のための他水域への廻游を考えなければならないからである。



第 8 図　体長組成の年級分析の1例
ローマ数字は年令を示す。Es：襟裳漁場(150m 以浅) Ts:苫小牧漁場(160 m以浅) H:八戸漁場　K:金華山漁場
斜線の部分は計算から除かれた。

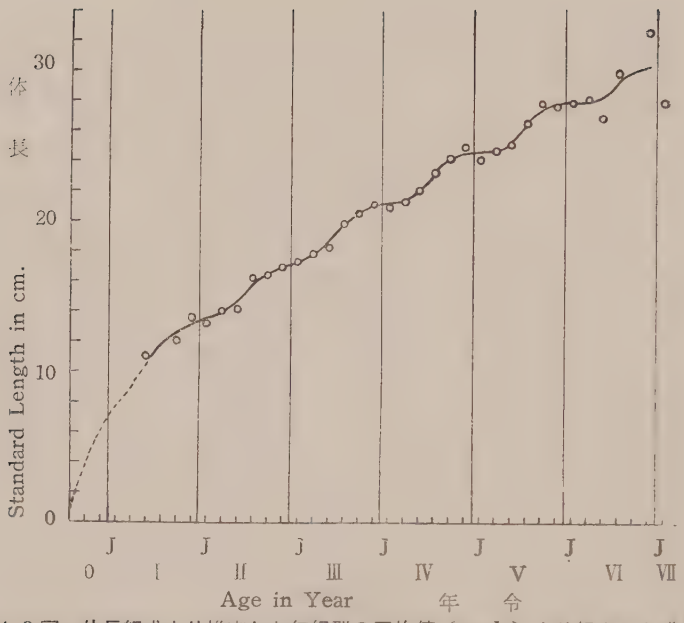
Fig. 8. Examples of the length frequencies in March-April, analysed into age classes. The Roman figures denote the age. The hatched part was excluded from the calculation, but its age was estmated. Es: Erimo Fishing Ground, shallower than 150 m.; Ts: Tomakomai Fishing Ground, shallower than 160 m.; H: Hatinohe Fishing Ground; K: Kinkazan Fishing Ground.

6. 年令組成と成長

体長組成の変化では年令及び成長を充分に考慮しながら考察を進めることが出来ないから、この体長組成から近似的に年令組成を推定することを試みた。体長組成からの年令組成の推定には相当大きな標本を必要とする[8]が、こゝでは各年令群の体長組成は正規分布をするとして、体長組成の度数分布を正規確率紙によつて幾つかの正規分布に分析し[4]、各群が年令群に対応すると仮定した。但し、測定尾数が少いので、2 ヶ月ずつの合計値について分析した(第8表, 第8図)。分布曲線の適合度は χ^2 検定により半数以上のものがかなりよく適合することを示した(有意水準を 5% として)。

この様にして推定された各年令群の平均値 (mode) を耳石及び背椎骨の輪紋より推定した成長曲線と比較して、橋本[9]による1輪群 (石田・北片[10]による2輪群)*を2才(孵化の年を0才として)と推定した(第9図)。但し雌雄差は無視された。各年令群の平均体長には漁場による変異はあるが、系統的な変異は認められない。従つて漁場による成長の差は極めて小さいものと考えられる。また各年令群の標準偏差 (確率紙より推計、

* 橋本[9]と石田・北片[10]の測定値には輪の読みによつて生じたと思われる1年の差があるが、こゝでは橋本の1輪群は石田・北片の2輪群に等しいと推定した。耳石と背椎骨の輪の出来方について目下検討中。



第 9 図　体長組成より推定した年級群の平均値（mode）より組立てた成長曲線
○は各漁場の値の平均値（第 8 表による）　J：1月-2 月

Fig. 9. The growth curve constructed with the mean values (the modes) of the length frequencies distributions of estimated age groups. The point o shows the mean value of all fishing grounds (See Table 8). J: January-February.

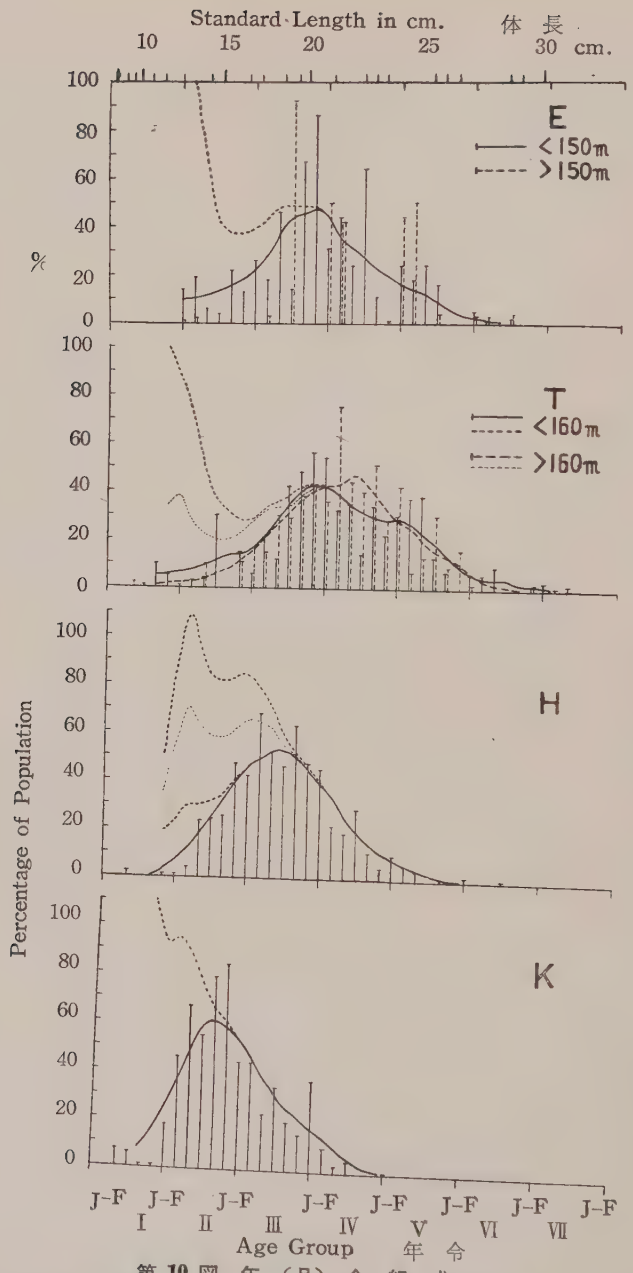
S. D.)はかなり大きく変動しているが、測定尾数の少いこと、2 ケ月間の測定を一括したこと等による誤差であろう。しかし、この変動にも一定の傾向があり、2 才群以下及び 5 才群以上の S. D. は 3 才群・4 才群の S. D. に比して小さい。このことは各年令群の組成の大小によるものらしく、推計尾数の対数（対数変換によつて正規分布に近似させた）と S. D. との間には軽微ではあるが有意の相関がある（$r=0.365$）。従つて組成の小さい若年群と高年群とは実際の S. D. の値よりも小さめに推定されたとみるべきであろう。従つて若年群と高年群の組成にはある程度の偏りがあると見なければならない。この偏りは標本の大きさの小さいことにもよるが、標本抽出の方法による偏りも考えられる。例えば若年群では網目の選択性により小型魚ほど大きい逃避率を持つための大型の方への偏り、高年群では大型魚の漁場外への脱出（後述）による小型の方への偏り等である。このため平均値にもいくらかの偏りを生じ、第 9 図の成長曲線は橋本[9]或は石田・北片[10]の測定値に比し、若年魚は幾らか大きめに、高年魚は幾らか小さめに推定されている。しかし、この偏りは S. D. の大きさからみて期待される変動の範囲に入るものである。

年級群の population の大きさには増減がないものと仮定して、推計された 2 ケ月毎の年令組成の百分率を月令の順に並べて年級群の平均の population の動きをみると、かなりの月間変動はあるが、全体を通じて一定の増減傾向を見出すことが出来る（第 10 図）。即ち月間の変動を 1 年毎の移動平均によつて除去すれば、襟裳漁場（150 m 以浅）では 2 才の初め頃 10 % 位から次第に上昇し、3 才の終りから 4 才の初め頃 47 % の最大値に達し、以後減少する。150 m 以深の測定値

第 8 表　体長組成を正規分布に分析して得られた年令群の平均体長・標準偏差（S.D.）及び年令組成率（%）

Table 8. The mean standard length (M.S.L.), the standard deviation (S.D.), and the percent frequency (F.) of each age group estimated by analysing the length frequencies distributions into normal distributions of age groups.

年令 Age	月 Month	襟裳 (<150 m) Erimo Fishing Ground			襟裳 (>150 m) Erimo Fishing Ground			苫小牧 (<160 m) Tomakomai Fishing Ground			苫小牧 (>160 m) Tomakomai Fishing Ground			八戸 Hatinohe Fishing Ground			金華山 Kinkazan Fishing Ground		
		平均体長 M.S.L.	S.D	組成% F.	平均体長 M.S.L.	S.D	組成% F.	平均体長 M.S.L.	S.D.	組成% F.	平均体長 M.S.L.	S.D.	組成% F.	平均体長 M.S.L.	S.D.	組成% F.	平均体長 M.S.L.	S.D.	組成% F.
I	5- 6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	10.9	—	2	—	—	7
	7- 8	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	6
	9-10	—	—	—	—	—	—	12.0	1.16	10	—	—	—	—	—	—	—	—	1
	11-12	—	—	—	—	—	—	14.0	0.93	5	—	—	—	13.2	1.19	1	—	—	1
II	1- 2	13.7	1.06	14	12.4	0.50	1	—	—	1	14.6	1.43	2	12.8	1.38	1	12.4	1.40	18
	3- 4	13.3	1.11	19	—	—	2	14.3	0.73	3	13.9	—	3	13.8	0.48	4	14.8	1.84	46
	5- 6	13.1	0.71	6	—	—	—	14.2	0.98	4	14.9	1.15	10	14.9	0.92	23	13.4	1.22	67
	7- 8	15.8	—	4	—	—	—	16.8	1.48	30	—	—	—	15.7	1.31	24	16.1	1.36	55
	9-10	15.8	1.20	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16.7	1.06	25	16.4	1.25	79
	11-12	16.2	1.80	13	—	—	—	17.1	0.78	15	16.9	1.50	11	17.7	1.32	47	16.8	1.68	84
III	1- 2	17.9	1.05	26	15.1	0.78	2	16.1	1.55	6	18.6	1.00	17	17.7	1.55	42	17.5	1.53	44
	3- 4	18.5	1.54	18	16.1	1.06	3	17.4	0.68	21	17.0	0.85	15	17.8	1.61	68	19.2	1.20	44
	5- 6	18.4	1.37	46	—	—	—	17.3	0.93	12	17.5	1.05	30	19.4	1.64	52	16.9	1.04	23
	7- 8	18.6	—	14	19.9	1.46	92	20.9	1.50	42	20.2	0.75	29	19.1	1.19	46	20.0	1.34	34
	9-10	20.7	1.31	67	—	—	—	20.7	1.53	48	20.5	1.33	38	20.2	1.28	63	20.6	0.91	20
	11-12	21.1	1.85	86	—	—	—	20.8	1.42	56	21.4	1.35	42	20.6	1.59	47	21.7	1.60	15
IV	1- 2	20.9	1.11	31	20.5	1.60	50	19.6	1.30	54	21.4	1.12	36	21.2	1.50	45	21.5	1.59	37
	3- 4	21.0	1.30	44	20.0	1.15	42	20.5	1.49	32	20.8	1.67	75	21.8	0.88	22	23.1	1.10	10
	5- 6	21.9	0.78	24	—	—	—	20.9	1.13	35	21.3	1.15	44	23.4	0.90	19	—	—	3
	7- 8	23.3	1.15	64	—	—	—	23.1	1.09	14	23.4	0.65	40	22.4	1.70	29	—	—	5
	9-10	25.2	1.33	11	—	—	—	23.5	1.17	34	24.5	1.06	51	23.6	0.90	11	—	—	—
	11-12	—	—	1	—	—	—	25.5	1.72	22	24.3	1.25	28	—	—	5	—	—	—
V	1- 2	24.0	1.23	24	24.3	1.20	44	22.8	0.94	30	24.6	1.55	42	24.4	1.10	10	—	—	1
	3- 4	24.1	0.80	8	23.6	1.40	50	23.4	1.65	37	26.0	0.80	7	25.9	0.68	6	—	—	—
	5- 6	25.4	1.04	24	—	—	—	23.9	1.10	38	24.3	0.98	13	26.2	1.10	4	—	—	—
	7- 8	26.4	0.83	16	—	—	4	26.4	1.52	13	26.5	1.13	30	—	—	—	—	—	—
	9-10	—	—	—	—	—	—	27.0	0.80	7	28.5	0.70	9	—	—	1	—	—	—
	11-12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27.5	1.13	16	—	—	—	—	—	—
VI	1- 2	—	—	5	28.5	1.20	3	25.3	0.42	6	29.4	0.63	2	27.9	0.80	2	—	—	—
	3- 4	—	—	1	—	—	3	28.0	1.08	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5- 6	—	—	1	—	—	—	26.7	0.94	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	7- 8	—	—	2	—	—	4	—	—	—	—	—	—	29.7	—	1	—	—	—
	9-10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
	11-12	—	—	—	—	—	—	—	—	2	32.4	—	2	—	—	—	—	—	—
VII ～ VIII	1- 2	—	—	—	—	—	—	27.8	—	3	—	—	1	—	—	—	—	—	—
	3- 4	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5- 6	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—
	7- 8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
	9-10	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	11-12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—



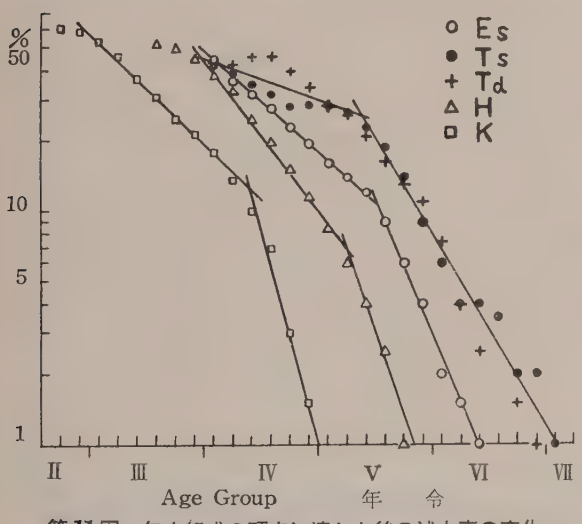
第 10 図 年（月）令 組 成

実線及び破線の曲線は1年毎の移動平均値を示す。 E：襟裳漁場，T：苫小牧漁場，H：八戸漁場，K：金華山漁場 点線は底曳網の網目よりの逃避率より推定した組成率。襟裳・苫小牧漁場では2.5寸目網，金華山漁場では2寸目網として計算した。八戸漁場の点線の最上位のものは2.5寸目、最下位は2寸目の逃避率より推定したもの、中間のものはその平均値。

Fig. 10. Monthly population curve. The full and broken curves denote the annual moving averages. E: Erimo Fishing Ground, T: Tomakomai Fishing Ground, H: Hatinohe Fishing Ground, K: Kinkazan Fishing Ground. The dotted curves show the values estimated from the rate of escape of fish from the cod end of the seine net, its meshes being 76mm. in the Erimo and Tomakomai Fishing Grounds and 60 mm. in Kinkazan Fishing Ground. The uppermost and lowermost dotted lines in Hatinohe Fishing Ground are estimated in the same way, the meshes of the net being 76 mm. and 60 mm. respectively, and the median one shows their average values.

はとびとびで充分な考察は困難であるが、若年期には非常に少なく、最大値に達するのが 150 m 以浅より幾分早く、最大期以後の減少が幾分ゆるやかではないかと思われる。苫小牧漁場の 160 m 以浅では1才の後期から現われ、最大値はやはり3才の終期から4才の初期で 42 % 位、それ以後は減少するが4才の 8月-9月 頃から5才の初期までは殆んど増減なく、以後なだらかに減少する。そして襟裳漁場では7才魚の出現は殆んどないが、苫小牧漁場では7才の中期まで出現する。160 m 以深では3才の終期まで 160 m 以浅よりやや低目で、4才の中期に頂点に達するが、それから減少して5才の初期以後は 160 m 以浅と殆んど同率に減少する。八戸漁場では上記北海道の2漁場に比して2才魚の増加は急激であり、3 才の中期に最大に達し (約 53 %)、以後なだらかに減少し、6 才魚は殆んど出現しない。金華山漁場では八戸漁場と同じく1才の中期から出現して急激に増加し、2 才の中期には 60 % を超える最大値に達し、5 才の初期には消失してしまう。

この測定標本は襟裳・苫小牧・八戸漁場では主として魚捕部が 2.5 寸目 (76 mm) の底曳網で漁獲されたものであるから、若年魚ほど組成の低いことは網目からの逃避率から見て当然であるが、2.5 寸目の網では体長 21 cm で逃避率は 0, 16 cm 弱で 50 %, 13 cm 以下では 100 % であるから、襟裳・苫小牧両漁場では上述の年令組成の頂点と逃避率 0 % の体長とがよく一致する。従つて4才以上の組成の減少は、漁獲と自然死亡と他水域への移動と他水域からの加入の総計によるものと考えてよい。そして後述の如く生殖腺の成熟が5才魚以上でしか見られず、しかもこの水域での産卵が殆んど発見されていないことからして、高年魚の急激な減少は産卵のための他水域への移動による所が多いと思われる。襟裳漁場での減少率は4才の初めから5才の中期までは殆んど一様で、5才の中期から急激に減少している(第11図)。苫小牧漁場では4才の初めから5才の初期まではゆるやかで、しかも 160 m 以浅と以深とではその平均に対して対称的であることは、恐らく浅みから深みへの移動が一部に行われていることを意味するであろう。そして急激な減少が初まるのは5才の中期からで、襟裳漁場より 2 ヶ月位早く起こる。



第11図 年令組成の頂点に達した後の減少率の変化

Es: 襟裳漁場(150 m 以浅), Ts: 苫小牧漁場 (160 m 以浅). Td: 同(160 m 以深), H: 八戸漁場, K: 金華山漁場 点は第10図の平滑化された組成率。

Fig. 11. Changes of the decreasing rate of population after attained to the peak of population. Es: Erimo Fishing Ground, shallower than 150 m. in depth, Ts: Tomakomai Fishing Ground, shallower than 160 m., Td: Tomakomai Fishing Ground, deeper than 160 m., H: Hatinohe Fishing Ground, K: Kinkazan Fishing Ground. The points denote the values of the moving average in Fig. 10.

八戸漁場では年令組成の最大が3才の中期で、2.5 寸目網の逃避率 0% より小さい体長であることと、減少の傾斜が大きいことは、襟裳・苫小牧両漁場より population の大きさの割に漁獲強度が大きいことを意味するかも知れない。高年魚の急激な減少は5才の初期から起こり、苫小牧漁場よりも更に2ヶ月位早い。金華山漁場では組成の最高が上述の如く最も早く、2 才の後期である。この漁場では他の漁場より網目が小さいことが知られている。2 寸 (60 mm) 目網の逃避率は体長 17 cm で 0%, 14~15 cm で 50%, 11 cm で 100% である[7]から、2 寸目網の逃避率0% の体長より小さい時期に組成が最大に達する。この漁場では1寸(30 mm)目網が使用されることが多いから、組成の最高の年令の若いことは当然であるが、1 寸目網の逃避率は未だ知られていない。この漁場では3才から4才の初期までは一様に減少し、4 才の中期から急激な減少が起こつている。従つてこの急激な減少は八戸漁場より半年以上も早く起こることになる。

以上のように、最高組成に達した後の減少が定常的である期間は、その漁場での定着魚の漁獲と自然死亡によるものが主であり、それより急激な減少は、漁獲強度が年令に関係なく同じであるとすれば、自然死亡が大きくなるか、そうでなければ他水域への移動によるものとしか考えられない。先に述べたように、千島では体長 25 cm 以上 40 cm を超える大型魚の組成が非常に大きいこと(第 6 図)、即ち成長率が極めて大きいとしても6才以上の高年魚がかなりの割合で生残し得るという事実、減少率の定常な期間が2ヶ年に及ばない極めて短期間であること、生殖腺の成熟した魚体が殆んど漁獲されないこと及び後に見る様に、成熟が 4–5 才頃から始まること等からみて、自然死亡率が 4–5 才の間に急激に増大するとは考えられず、むしろ産卵のため他水域への移動によると考えた方が妥当の様に思われる。移動魚群は一時的に通過する漁場への新加入となつて、その漁場での減少率の低下を一時的に阻止する筈であるから、その影響が急激な減少の起こる時期の順次的な遅れとなつて現われたものと考えられる。そしてその移動は南方ほど早く起こり、南から北に向つて移動し、金華山漁場では4才の中期(夏季)から初まり、八戸漁場では5才の初期(春季)から、苫小牧漁場では5才の中期(春季)から、襟裳漁場では5才の中期(夏季)から初まるものであろう。このことは先に体長組成の月変化から概略推定を下したこととほぼ一致する。

次に若年魚の組成について 2, 3 の推定を試みる。若年魚の組成の増加が成長に伴う入網率或は選択率 (100 – 逃避率%) の上昇のためであるとすると、上記の年(月)令組成を生残曲線と考えて、その各月の組成の%をそのまま尾数とし、その尾数 (n) を入網率 (p) で割つた数はどの体長或は月令のものも一率に採集された時の population を反映する数値となる筈である。襟裳・苫小牧両漁場は 2.5 寸目網、八戸漁場は 2.5 寸目と 2 寸目、金華山漁場は 2 寸目として計算した。但し時として1寸目網が使用されたこともあるが、この調査期間中には金華山漁場を除き少いので無視した。

この推定によれば n/p 曲線は襟裳漁場 (150 m 以浅) と苫小牧漁場 (160 m 以浅) とでは全く同じ傾向を示し、1 才或は2才の初期には非常に高い値を示すが、急激に減少して2才の9月–

10月或は 11月—12月には最低となり、3 才の後期或は4才の初期の population の頂点に達するまで増加する。また苫小牧漁場の 160 m 以深では 1, 2 才の推定組成はずつと低く、2才の1月—2月に1つの頂点があり、2 才の7月～10月に最低、それより増加して4才初期の頂点に達する。八戸漁場では網目を2.5寸とすれば1才の後期から急激に上昇して2才の初期に頂点に達し、それより減少して2才の中期に最底となり、再び上昇昇して3才の初期に頂点に達し、以後減少するが、2寸目とすればずつと組成率が低くて、実測の頂点に達するまで増加を続ける。2.5寸目と2寸目との中間値をとれば、2.5寸目と同様に2才の初期と3才の初期にそれぞれ頂点を、2 才の中期に最低値を持つ曲線となる。金華山漁場では2寸目として1才の後期から減少を続ける型の曲線となる。但しこの場合の網目は過大であるから、実際はもつと低い曲線となろう。これ等の水域で産卵・発生し、稚魚期・幼魚期を経過するものならば、幼期の莫大な数量から漁獲量の組成の頂点に至るまで単調に減少する筈であるから、この曲線の様に実測組成の頂点に達する以前にある点まで減少して再び増加したり、それ以前の若令期に増加の過程のあること、4 才以後の減少率からみれば若令期の推定値が全般的に低いこと等は、ある時期に他水域から加入した幼魚の population が加入のない期間には自然死亡と漁獲とによつて減少し、再び加入期となつて増加し初めることを意味しよう。この加入期は上記曲線の増減（第10図）から、1 才から2 才及び2才から3才にかけての秋季から春季或は夏季にわたつて起こると推定されるが、0 才魚では不明である。なお襟裳・苫小牧両漁場の2才の初期以前の若年ほど population の高まる傾向はこの水域での産卵・発生の存在を思わせるものであるが、後述するように成熟年令群の極めて少いこと、産卵魚がどの水深帯からも殆んど採集されないこと等から、産卵が行われたとしても、その産卵量は恐らく population の大きさを維持するに足りない程度のものであろう。また苫小牧漁場での 160 m 以浅と以深との推計値の差は、若年魚は初め深い方には分布しないが、1 才頃から次第に浅海より深海へと分布を広げ、その浅深移動は4才まで続くことを示すものであろう。襟裳漁場でも同様と思われる。

7. 卵巣の成熟

雌の生殖線の成熟度を測る指標としてつ2の方法が用いられた。その1つは巨視的に卵巣卵の状態を5つの成熟度の階級（Stages of maturity）即ち

A：未熟（卵粒を認めないか、認めても不透明で小さいもの）

B：半熟（卵巣中に透明卵を認めないが、卵粒の大きいもの）

C：成熟（卵巣の一部に透明卵を認めるもの）

D：完熟（殆んど全部が透明卵）

E：放卵（放卵直後で卵巣内が空洞状を呈するもの）

に分けて観察する方法、他は卵巣重量の体重に対する百分比で、これを卵巣指数*(Ovary index, 生殖腺一般については生殖腺指数* Gonad index）と呼ぶことにする。

---

* 生熟度指数[6]或は生殖腺重量比[1]とも呼ばれている。

成熟度階級と卵巣指数との関係を全調査標本についてみると(第9表)、Aは大部分が卵巣指数1.5以下，Bは1.5～5.0のものが70%以上，C・Dは出現数が非常に少いのではつきりしな

第9表．成熟度階級別．卵巣指数階級別の出現度数及び卵巣指数別の成熟度階級出現率（%）
Table 9. Frequencies of ovaries classified by the stage of maturity and the ovary index, and percentage of occurrence of the stage of maturity in each class of the ovary index.

卵巣指数 Ovary index	成熟度階級 Stage of maturity A	B	C	D	E～A*	計 Total
0.01～ 1.50	3095 (100)	4 (0)	—	—	—	3099 (100)
1.51～ 3.50	74 (58)	47 (37)	2(2)	—	4(3)	127 (100)
3.51～ 5.00	9 (15)	35 (56)	1(2)	—	17(27)	62 (100)
5.01～10.00	2 (7)	23 (77)	2(7)	1(3)	2(7)	30 (100)
10.01～15.00	1 (14)	6 (86)	—	—	—	7 (100)
20.01～	—	—	1(100)	—	—	1 (100)
計 Total	3181	115	6	1	23	3326

* E～Aは放卵後Aに移行する過程にあるもの
E-A is a stage transferring itself to A after spawning.

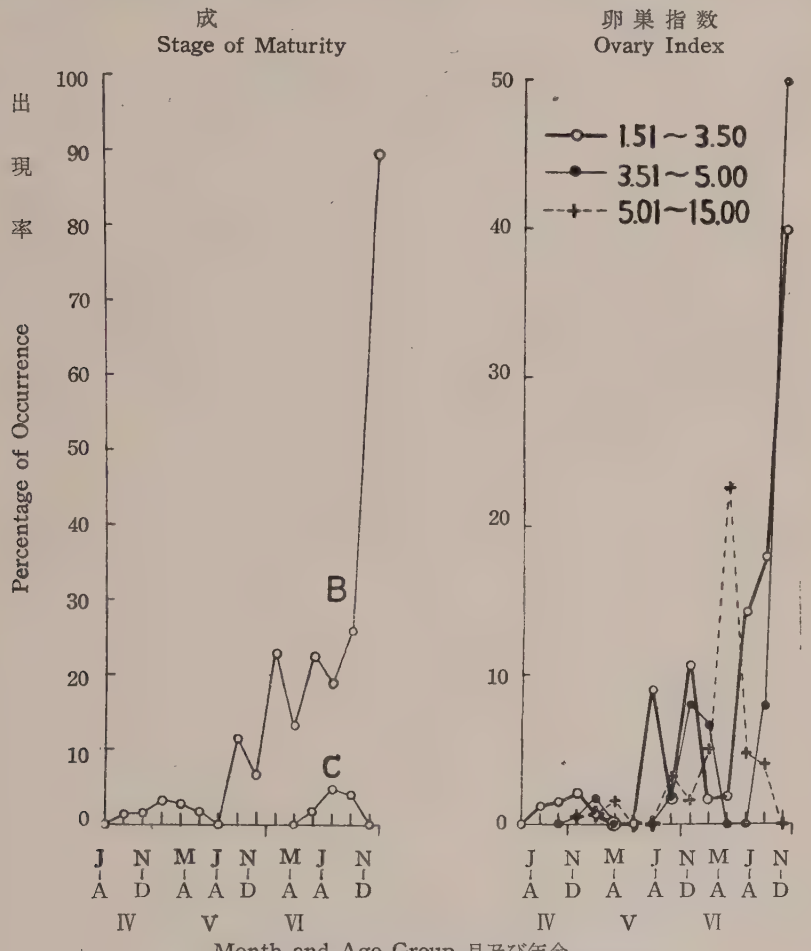
いが3.5以上が大部分と思われる。また卵巣指数から言えば3.5までは大部分がAであるが3.5～15.0のものは大部分がBになる。C・Dは恐らく大部分15以上に現われるであろう。大内[11]・渡辺[6]によれば、日本海区では卵巣指数5以上が成熟過程に入つたものであるという。卵巣指数と成熟度階級の関係から卵巣指数の増大は成熟度の進むことを意味することは確かである。千島の標本（1957年3月）についてみれば、体長はすべて25 cm以上であつたが、Aはす

第10表　千島における成熟度階級と卵巣指数出現度数及び卵巣指数の大きさによる成熟度階級出現率（%）（1957年3月）
Table 10. Frequencies of ovaries classified by the stage of maturity and the ovary index, and percentage occurrence of the stage of maturity in each class of the ovary index, in the samples off the Kurile Islands in March, 1957.

卵巣指数 Ovary index	平均体長 (cm) Mean body length in cm	成熟度階級 Stage of maturity A	B	C	計 Total
0.01～ 1.50	26.8	2 (100)	—	—	2 (100)
1.51～ 3.50	25.3	1 (100)	—	—	1 (100)
3.51～ 5.00	26.5	1 (100)	—	—	1 (100)
5.01～10.00	33.2	1 (100)	7 (78)	1 (11)	9 (100)
10.01～15.00	36.4	—	11 (92)	1 (8)	12 (100)
15.01～20.00	37.5	—	3 (43)	4 (57)	7 (100)
20.01～	38.2	—	2 (100)	—	2 (100)
計 Total		5	23	6	34

べて卵巣指数が5以下であり、Bは10～15に多く、Cは15以上に多かつた。そしてB・Cの出現したのは体長30 cm以上であつた。

第9表のB以上の出現率を体長及び年令別にみれば(第11表)、4才(4才各月の平均推計体長以下のものを4才としたが、平均値の標本標準偏差からみて、金華山漁場のものを除いて殆んど総て4才と思われる)の9月—10月から成熟度Bが出現し始め、4—5才(恐らく5才)の1月—2月頃を頂点として5月—6月頃まで出現し、4—5才の9月—10月に再び現われ始め、5才以上(恐らく6才)の1月—2月を頂点として再び出現率は下り、7月—8月頃から再び高まる(第12図)。成熟度Cは5才以下では現われず、6才以上の7月—8月前後に出現している。成熟度D



第12図　成熟度階級及び卵巣指数の年令別・月別出現率
襟裳・苫小牧両漁場の合計値を示す。

Fig. 12. Monthly occurrence of the stage of maturity and the ovary index in each age, expressed by the total number of the samples from the Erimo and Tomakomai Fishing Grounds.

は八戸漁場で1例を見たに過ぎないが、その時期は7月—8月であり、放卵後と思われる個体(E～A)の出現は苫小牧漁場でみられただけであるが、その時期は9月—10月である。卵巣指数においては1.51～3.50の出現率は各才とも9月—10月(6才では7月—8月)に始まつて1月—2月最高、3.51～5.00はそれより少し遅れて最高に達し、5.01～15.00は更に遅れて5月—6月に最

第 11 表　体長・年令別の成熟度 B 以上の個体の出現数と出現率

Table 11. The number of occurrence and its percentage of the fish at the B-stage of maturity and developing over B in each age and the mean length of body.

n: 出現数 Number of occurrence　　*N*: 観察尾数 Number of observation

漁場 Fishing Ground	月 Month	体長* (cm) S.L.B. in cm.	4 才以下* Below 4th year			4—5 才* 4th–5th year			5 才以上* Over 5th year		
			n	*N*	*n*/*N*(%)	*n*	*N*	*n*/*N*(%)	*n*	*N*	*n*/*N*(%)
		<4th y.									
	J.–F.	～21.0	0	119	0	1	114	0 9	6	63	9.5
襟裳	M.–A.	～21.2	0	69	0	2	114	1.8	5	37	13 5
	M.–J.	～21.9	0 *0*	52	0 *0*	0 *0*	23	0 0	0 *1*	11	0 *9.1*
Erimo	J.–A.	～23.0	{0 *0*	15	0 *0*	0 *0*	19	0 0	1 *1*	8	12.5 *12.5*
	S.–O.	～24 0	0	143	0	1	28	3.6	3	7	42.9
	N.–D	～24.4	1	104	1.0	0	14	0	1	2	50.0
		4–5th y.									
	J.–F.	21.1～24.4	0	107	0	5	76	6.6	22	60	36.7
苫小牧	M.–A.	21.3～24 5	0	97	0	3	61	4.9	3	23	13.0
	M.–J.	22.0～25 3	0	107	0	2	100	2 0	12	42	28 6
	J.–A.	23 1～26.4	0	57	0	0	43	0	3	13	23.1
Toma-komai	S.–O.	24.1～27.2	{3 *0* **2**	104	2 9 *0* **1 9**	8 *0* **1**	50	16 0 *0* **2 0**	10 *2* **20**	43	23.2 *4 7* **46 5**
	N.–D.	24.5～27 7	2	91	2 2	4	46	8.7	8	8	100 0
		>5th y.									
	J.–F.	24.5～	{0 *0*	97	0 *0*	0 *0*	89	0 *0*	10 *2*	33	33 3 6 7
八戸	M.–A.	24.6～	0	126	0	0	15	0	0	4	0
	M.–J.	25.4～	0	86	0	0	17	0	0	1	0
Hati-nohe	J.–A.	26.5～	{0 **0****	93	0 **0****	0 **1****	28	0 **3.6****	0 **0****	3	0 **0****
	S.–O.	27.3～	0	79	0	0	6	0	0	0	0
	N.–D.	27.8～	0	160	0	0	2	0	0	1	0
	J.–F.		2	75	2.7	0	24	0			
金華山	M.–A.		0	83	0	0	6	0	0	2	0
	M.–J.		0	31	0	0	2	0			
Kin-kazan	J.–A.		1	39	2.6	0	2	0			
	S.–O.		0	88	0						
	N.–D.		0	68	0						

* 体長及び年令は第9図より推定。イタリック体数字は成熟度 C. ** は成熟度 D，ゴジック体は成熟度E～A.

* The standard length of body (S.L.B.) and the age are estimated by Fig. 9. The Italic figures express the stage of maturity, C, ** D, and the Gothic E–A.

高となる（第12表, 第12図）。卵巣指数が 15.01 以上のものは襟裳漁場で僅かに 1 例(成熟度C)を見たに過ぎないが、その出現期は 7 月—8 月であつた。千島で成熟度 C は多く 15.01～20.00 であつた(3月)ことからみても（第10表)、完熟は恐らく卵巣指数15以上に成長した後であると思

第 12 表　体長・年令別の卵巣指数と出現率

Table 12. The number of occurrence and its percentage of the ovary index in each length of body and age.

n: 出現数 Number of occurrence,

%: 出現率 Percentage of occurrence,

斜体数字は成熟度 C. Italic figures: The stage of maturity, C.

太数字は E～A. Gothic figures: E–A.

* は D　* deootes D.

漁場 Fishing ground	月 Month	4 才以下 Below 4th year				4—5 才 4th-5th year						5 才 以 上 Over 5th year							
		1.51～3.50		5.01～15.00		1.51～3.50		3.51～5.00		5.01～15.00		1.51～3.50		3.51～5.00		5.01～15.00		15.01～	
		n	%	*n*	%	*n*	%	*n*	%	*n*	%	*n*	%	*n*	%	*n*	%	*n*	%
襟裳 Erimo	J.–F.	—	—	—	—	1	0.9	—	—	—	—	4	1.6	—	—	—	—	—	—
	M.–A.	—	—	—	—	—	—	1	0.9	1	0.9	—	—	3	8.1	2	5.4	—	—
	M.–J.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*1*	*9.1*	—	—
	J.–A.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	12.5	*1*	*12.5*
	S.–O.	—	—	—	—	1	3.6	—	—	—	—	2	28.6	1	14.3	—	—	—	—
	N.–D.	1	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	50.0	—	—	—	—
苫小牧 Toma-komai	J.–F.	—	—	—	—	3	3.9	1	1.3	1	1.3	9	15.0	10	16.7	2	3.3	—	—
	M.–A.	—	—	—	—	1	1.6	2	3.3	—	—	1	4.4	1	4.4	1	4.4	—	—
	M.–J.	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2.0	1	2.4	—	—	11	26.2	—	—
	U.–A.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	23.1	—	—	—	—	—	—
	S.–O.	—	—	—	—	5	10.0	—	—	—	—	6	14.0	2	4.7	2	4.7	—	—
		3	2.9	—	—	**1**	**2.0**	—	—	—	—	*1*	*2.3*	*1*	*2.3*	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**3**	**7.0**	**15**	**34.9**	**2**	**4.7**	—	—
	N.–D.	2	2.2	—	—	1	2.2	1	2.2	2	4.4	4	50.0	4	50.0	—	—	—	—
八戸 Hati-nohe	J.–F.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	6.7	7	23.3	1	3.3	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*1*	*3.3*	—	—	*1*	*3.3*	—	—
	J.–A.	—	—	—	—	—	—	—	—	1*	3.6*	—	—	—	—	—	—	—	—
金華山 Kin-kazan	J.–F.	1	1.3	1	1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	J.–A.	1	2.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

体長・年令及び観測尾数は表 11 に同じ。

The length of body, the age andr the numbe of fish observed are the same as Table 11.

われる。以上のことから成熟は 9 月—10 月から始まつて、翌年 7 月—8 月に完熟・放卵、9 月—10 月には再び次期の成熟過程に入るものと推定される。

成熟度 B 以上の個体の出現率が 4 才では非常に小さいことは、第 11, 12 表の 4 才以下の観察尾数の中に 3 才以下の若年魚を含むことにもよるが、前項の年令組成からみても、襟裳・苫小牧両漁場では 4 才魚は主群であり、1 才魚は殆んどないから、出現率は第 11, 12表の値の 3 倍以上にはならない。仮に 3 倍としても、襟裳・苫小牧両漁場の合計で最高 10 % に過ぎない。このことは恐らく 4 才魚はその一部が成熟するに過ぎないか、或は成熟度 C 以上の個体が見付からない所からみて、卵巣が B の状態にまで成長するに止まり、完熟するに至らないかであろう。恐らく 4 才の 9 月—10 月に成熟過程に入り、5 才の 7 月—8 月に完熟するもので、従つて産卵は満 5 年で起ると見るべきであろう。5 才魚の B の出現率も平均 30 % に満たず、C は僅かに 5 % 程度に

過ぎない。このことは成熟が始まるとどこかの産卵場に移動し始め、未熟のものだけが漁場に残留するためではなかろうか。このことは先に襟裳・苫小牧両漁場で5才の後半期から組成が急減することから、この年令のこの時期に他の海域に移動し始めると推定したことを裏付ける。東北水研八戸支所[12]の調査によると、ババガレイ *Microstomus achne* JORDEN et STARKS は成熟過程に入ると洄游を開始し、北海道太平洋岸から三陸沿岸に移動することが、標識放流の結果から明らかとなつた(詳細は未発表)。また太平洋東岸のカリフォルニヤ沿岸に産する同属の *M. pacificus* (LOCKINGTON), (Dover Sole) は、産卵のため浅海から深海に移動すると考えられている (HAGERMAN[14])。しかしヒレグロでは浅深移動をすると思われる例が襟裳・苫小牧両漁場で推察されたが、その主群は4才以下の若年群であつて、産卵とは関係がない。従つてこの魚もババガレイと同様、産卵のために水平移動をするものであろう。八戸・金華山両漁場では幾分早熟の傾向があり(第11, 12表)、このことが洄游の時期を早めていると思われるが、資料が少いから確言は出来ない。6才以上では殆んど全部の個体が完熟すると思われるが、この海域に残留するものは非常に少く、従つてこの海域で産卵を終るものはあるとしても極めて僅かであろう。成熟度 E～A が観察されたのは僅かに1956年9月に1回だけで、体長も1個体を除きすべて 30～50 cm の大型であり、このような大型魚の漁獲はこの海域では極めて稀である。日本海の山陰沖でも、北海道岸でも、このような大きな魚は稀であるが、千島ではかなりの組成を占めていることは上述の通りである(第6図)。そして卵巣指数が 15 上に達するのは体長 35 cm 前後であることも考慮して、苫小牧漁場で観察された E～A の個体は千島の魚群と関連がありはしないかと考えられ、北海道・東北海域の魚群の産卵場は千島或はその附近ではなかろうかとの問題を生ずる。今後この魚の生態を明らかにするためには千島やオホーツク海の魚群の調査が必要であろう。

日本海山陰沖では卵巣指数5以上を成熟としているが、太平洋岸の魚群では東北海区より千島に至るまで完熟は 15 以上でなければ起こらないであろうし、成熟体長も山陰沖の 13 cm[6][11] に対し、太平洋岸では最小 23 cm、(5才魚の9月—10月の平均体長は 27.3 cm) で、年令・体長ともに大きい。従つて体長組成も著しく異なる。但し北水研稚内支場[13]の調査では、生物学的最小形は6年 (体長 30 cm) であるというから、日本海北海道岸の魚群では太平洋岸のものとほぼ等しい。産卵期も日本海山陰沖で3月—4月、北海道岸で4月—7月 (矢野[13]) であるが、太平洋岸では7月—8月 (千島では3月に成熟度 C が観察されているから、もつと早くから始まるかも知れない) と推定されるから、時季的相違は明らかである。これ等の事実は環境の相違があるとしても、日本海区の魚群と太平洋岸のものとは恐らく population の異つたものであろう。但し、日本海北海道岸の魚群と津軽海峡を通じての関連の有無については未だ論証する資料を持たない。

摘　　要

1) 東北・北海道太平洋岸の1950年～1956年における中型機船底曳網の操業記録とその漁獲物の魚体測定並に八戸魚市場における魚体調査とによつて、この水域のヒレグロの生態的分布並

びに地理的分布を明らかにし、その分布要因について考察した。

2) ヒレグロの分布水深は 50～700 m にわたるが、北から南へ分布水深幅は狭まり且つ分布中心深度が深くなる。即ち分布水深は北海道岸海域で 50～700 m, 八戸・金華山沖海域で 100～500 m, 分布の中心水深は襟裳漁場で 50～350 m, 苫小牧漁場で 50～300 m, 八戸漁場で 150～400 m, 金華山漁場で 200～300 m である。また操業密度と1網漁獲量とを考慮して、襟裳漁場と苫小牧漁場とはそれぞれ 150 m 及び 160 m を境としてそれ以浅と以深との2つの深度帯に分けられる。

3) 魚群密度（重量密度）は南の漁場で低く、北に高い。即ち次の (5) に述べる高密度群の1網平均漁獲量（対数の平均による）は襟裳漁場（150 m 以浅）19 貫, 苫小牧漁場 (160 m以浅) 13.5 貫, 八戸漁場 12 貫, 金華山漁場 6.4 貫である。但し深海部は北方漁場でも低く、襟裳漁場 (150 m 以深) で 4.9 貫, 苫小牧漁場 (160 m 以深) で 6 貫である。

4) 1網混獲率の度数分布は逆J型であるが、襟裳漁場 (150 m 以浅) と苫小牧漁場(160 m 以浅) では15～20％、襟裳漁場 (150 m 以深) では 20～25％ に小さな峰が認められ、ヒレグロを優占的魚種とする分布水域の存在を暗示している。

5) 1網漁獲量の度数分布は苫小牧・金華山両漁場では POLYA-EGGENBERGER 型分布に適合するが、他の漁場では適合しない。対数正規分布の重畳型はどの漁場にもほゞ適合する。従つて高密度魚群と低密度魚群とが斑状に分布する分布構造が考えられ、高密度群は3才以上の定着群低密度群は2才以下の新加入群と思われる。

6) 1網漁獲量の月変化を高密度魚群について見れば、襟裳漁場の 150 m 以浅では9月～2月, 150 m 以深では6月～9月、苫小牧漁場 160 m 以浅では7月～11月、八戸漁場では7月～10月、金華山漁場では7月～10月に高く、ほゞ同じ型の変化をする。この変化は襟裳漁場 (150 m 以浅) では体長組成の月変化と関連し、特に中型以下の魚群の密集の影響による所が大きいと思われるが、一般には体長組成とは関係なく、索餌期の魚群密度の高まりに起因するものと思われる。低密度群の密度は秋～春季に高く、夏季に低い。この密度の高まりは後述の新加入の時期とほゞ一致する。

7) 年間を通じての体長組成は南の漁場ほど小さいが、これは底曳網の網目が南ほど小さいことによる。しかし日本海山陰沿岸にみられる体長 10 cm 以下の小型魚群は殆んど見られない。

8) 17 cm 未満の小型群, 17～20 cm の中型群, 21 cm 以上の大型群の3つに区分した体長組成の月変化を考察した。各群とも年週期的変化をするが、小型群では襟裳漁場で最高の2月－3月から金華山漁場で最高の5月－6月に至るまで北から南へ3ヶ月前後の位相の遅れがあり、大型群では金華山・八戸漁場の最高1月－2月から襟裳漁場の最高7月－8月に至るまで南から北へ約6ヶ月の遅れがみられる。これらの事実は小型群は北から南へ、大型群は南から北へ移動することを示唆する。

9) どの年令群の体長も正規分布をすると仮定して、2ヶ月毎にまとめた体長組成を正規型に

分解して年令組成を推定し、各年令群の平均体長から成長曲線を得た。漁場による成長の差は認められない。

10) 推計された年令組成を月令順にならべれば各年級群の平均生残曲線を得る。この曲線の頂点は襟裳・苫小牧両漁場では2.5寸目網の逃避率0の平均体長に相当する。しかし八戸漁場ではその頂点の体長は2.5寸目網と2寸目網の逃避率0の体長の中間にあり、金華山漁場では2寸目網の逃避率0の体長より小さい。これは八戸漁場では漁獲強度が比較的大きいためと考えられ、金華山漁場では1寸目網の使用によるためと思われる。

11) 平均生残曲線は襟裳漁場で5才の7月－8月より、苫小牧漁場で5才の5月－6月より、八戸漁場で5才の3月－4月より、金華山漁場で4才の5月－6月より急激に下降する。この現象は下に述べる諸事実から、南から始まつて次第にこれ等の年令群がそれぞれの時期に北方に向つて移動を始めるためと推定された。

12) 平均生残曲線の若年期における上昇傾向は主として網からの逃避率によると仮定して、各月令の値をその体長に対する網目の選択率で割つた数をもつてそれぞれの月令群の population の割合と推定すれば、襟裳・苫小牧両漁場では1才の終期或は2才の初期から急激に減少して2才の9月—10月或は11月－12月に最低となり、以後上昇して平均生残曲線の頂点に達する。八戸漁場では1才の後期から急上昇して2才の3月－4月に頂点に達し、それより減少して2才の9月－10月を最低として再び上昇、3才の1月－2月に1つの頂点を作つて以後減少し、実測生残曲線の頂点に達する。これらの事実から、1才から2才, 2才から3才にかけて、秋季から春季にわたり、各漁場に回游加入して来るものと推論された。また浅海から深海への移動も推論された。

13) 卵巣成熟度及び卵巣指数の考察から9月—10月頃成熟過程に入り、翌年7月－8月頃完熟産卵が起るものと推論された。また4才から成熟過程に入り、5才で完熟する個体は魚群の一部に止まり、大部分は5才より成熟過程に入り6才で産卵するものと思われる。卵巣の成熟期と成熟年令が上述の年令組成の急減期とその年令とに一致することと、この海域での産卵を立証する成熟魚が殆んど発見されないこと、他水域、例えば千島沿岸には成熟年令以上の大きな魚群が存在すること等から、他水域への産卵回游が行われるものと推論された。

引　用　文　献

1) 東北水研八戸支所 (1956) 東北海区の底魚　東北水研叢書6.

2) 鳥居酉蔵 (1952) 昆虫集団の推計法　八木・野村：生態学概説 202～286.

3) 真子渺 (1955) 魚類の棲息密度指数についての考察　日水誌 21 (2), 67～72.

4) HARDING, J. P. (1931) The Use of Probability Paper for the Graphical Analysis of Polymodal Frequency Distributions. Journ. Mar. Biol. Assoc., 28, 141–153.

5) 東北水研八戸支所 (1952) 東北水研海洋資源年報底魚資源篇　昭年26年度, 57～58.

6) 渡辺徹 (1956) 重要魚族の漁業生物学的研究, ヒレグロ　日本海区水研報告 (4) 日本海の底魚漁業とその資源, 271～280.

7) 東北水研八戸支所 (1952) 東北・北海道太平洋沿岸水域に於ける機船底曳網漁業の禁止区域と網目に就いて　東北水研叢書 5.
8) 山中一郎 (1954)　体長組成から年令組成を求める方法についての吟味 (日本海大羽イワシについて) 日本海区水研年報 (1), 109～117.
9) 橋本良平 (1953) ナメタガレイ *Glyptocephalus stelleri* の年令に関する基礎的研究　東北水研報告 (2), 49～55.
10) 石田力一・北片正章 (1953) 北海道産鰈類の年令に関する研究, 第3報 ヒレグロ (ナメタガレイ)。北海道水研報告 (8), 63～84。
11) 大内明 (1954) 日本海カレイ類4種の産卵　日本海区水研年報 (1), 17～25.
12) 東北水研八戸支所 (1957) 底魚情報 (12) 76, (14) 7～8.
13) 北海道区水研・北海道水試・北海道区底魚資源研究集団 (1951)　北海道区以東底魚資源調査経過報告, 資料9号。
14) HAGERMAN, F. B. (1952) The Biology of the Dover Sole, *Microstomus pacificus* (LOCKINGTON). Calif. Dept. Fish & Game, Bur. Mar. Fish., Fish Bull. (85).

東北水研 研究報告
第 11 号
March 1958

サンマの形態學的研究※

小達繁

MORPHOLOGICAL STUDIES OF THE SAURY, *COLOLABIS SAIRA* (BREVOORT)

by
Shigeru ODATE

The morphological studies of the Pacific saury were made by the author with regard to the progress of the growth, by measuring the body length, head length and body length, and counting the number of soft rays and finlets of the dorsal and anal fins, and also by measuring a sectional dimension of the gill rakers on the 1st gill arch through which water is strained and the surfacial dimension of the whole gill filaments. The materials used for the examination were larval and young fishes collected in the Izu Sea Area, and adults obtained during the commercial fishing period in the North Eastern Sea Region in the fall.

The results are summarized as follows:

1) The value of the ratios of body length to the head length (k_1) and body height (k_2) respectively increase steeply toward the 5 cm class in body length from hatching. After that k_1 decreases with a gentle slope against the body length (L) which is shown by the formula:

$$k_1 = 0.237 - 0.00096\,L \text{ (cm)}$$

2) The numbers of soft rays and finlets in the dorsal and anal fins became constant at about the 2 cm class in body length, in which size the larval stage is completed and the post-larval stage begins.

3) The numbers of each gill rakers on the 1st to 4th gill arch increased after hatching and became constant when the 5 cm class in body length was obtained. It was recognized that the larval stage of the saury is finished at the very size and before the immature stage begins.

4) The relation between the interval of gill rakers on the 1st gill arch and the body length is given by:

$$I\,g.\,r.\ \text{(mm)} = 0.103 + 0.0196\,L \text{ (cm)}$$

where L is the body length and $I\,g.r.$ the intervals of the gill rakers (Fig. 4).

5) The relation between the sectional dimension of the gill rakers on the 1st gill arch and the body length is shown in Fig. 5.

6) The relation of the surfacial dimension of the whole gill filaments ($S\,g.f.$)

※ 東北海区水産研究所業績 第 112 号

to the body length (L) and to the body weight (W) are graphically shown in Fig. 6 and may be expressed by the formulae:

$$S\ g.f.\ (\mathrm{cm}^2) = 0.0292\ L^{2.09}\ (\mathrm{cm})$$

$$S\ g.f.\ (\mathrm{cm}^2) = 1.62\ W^{0.65}\ (\mathrm{g}),$$

respectively.

魚体各部位の測定値間の回帰関係又は体節的形質 (meristic character) の計測値を用いて、種族乃至は系群の表徴を摑もうとする試みが最近多く研究されて居り、サンマについては檜山他 (1952)、北水研 (1952)、久保 (1954) 等が多項目に亘る測定資料の詳細な比較検討を行つた。これらの研究結果によると、本邦太平洋産のサンマについて、そのポピュレーション内部の不均質性は認められるが、系群の相違を示す様な一連の計測値の統計的差異はなかつたとしている。併し meristic character の一つとして、稚魚時代の平均脊椎骨数に地理的(南北の)傾斜の現象があることは、サンマの場合も認めてよい様である (畑中 1956, 小達 1956)。

本報文はサンマの体各部位の計測値が魚体の成長と共にどの様に変化するかを追跡し、今まで群の比較に用いられた資料を整理考察したものである。そして特に稚魚時代の体形及び鰓の構造が、その後の未成魚の時代とで判然とした相違のあることを示した。

此の報文の為に御校閲と御教示を戴いた本水研所長木村喜之助博士、海洋資源部長山村彌六郎博士並びに堀田秀之技官には厚く御礼申し上げる。亦調査採集に協力して戴いた福島信一技官を初め海洋資源部の諸氏及び関係各都県の担当者各位には深謝する次第である。

資 料 と 方 法

此の報文に使用した材料の中、稚魚及び小型未成魚は主として伊豆諸島水域、未成魚は静岡県重寺の定置網で採集したもので、約 10% のフオルマリン固定をした標本である。成魚は秋期東北海区で漁獲された生鮮魚の測定資料を用いた。従つてフオルマリン固定の為收縮等による個体の変異は考慮してない。鰓及び鰭条は全て clothier の方法で染色して計測の正確を期した。計測部位は次の通りである。

体　　長：下顎先端より尾柄肉質部末端までの肉体長を標準とした。

頭　　長：下顎先端より鰓蓋後縁に至る体軸に平行な距離。

体　　高：腹鰭基部に於ける体軸に直角な高さ。

鰭 条 数：背鰭・臀鰭の各軟条 (soft rays) の数及びそれに続く副鰭 (finlets) 数。

鰓 耙 数：第1鰓弓 (1st gill raker) では下枝の長大な鰓耙 (gill raker) を数え、第2鰓弓以下のものは上下枝の区別をせず全部を数えた。亦 clothier の方法で染色された痕跡的な全てのものを含めた。

鰓 耙 間 隔：第1鰓弓上の鰓耙基部に於ける各鰓耙の中心軸の距離。一般に同一個体では鰓弓前部の鰓耙間隔は広く、後部(咽喉近く)ほど狭いのでその平均値を使用した。

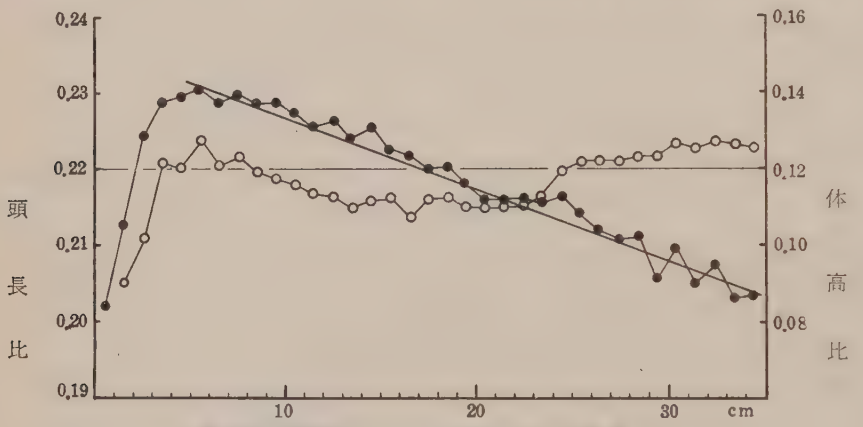
鰓耙沪水面積：左右第1鰓弓の鰓耙の沪水断面積。第1鰓弓前端の最も短い鰓耙長、同じく後

端の最も長い鰓耙長及び鰓耙の生起している部分の鰓弓長を各辺とする梯形の面積を算出した。

鰓葉面積：体長 11 cm 以下の小型魚は顕微鏡撮影で拡大したものを、それ以上の大型魚では直接 1 mm 方眼紙に投影し、その面積を測定した。

1) 相対成長

一般に相対成長の関係は $y=Ax^{b}$ なる式で表わされるとされる。今サンマの各成長段階に於ける頭長比 $k_1=HL/BL$ についてみると（第1図）、此の値は体長 5 cm まで急激に増加し、その



第 1 図　頭長比（k_1）と体高比（k_2）の変動
●頭長比平均値（体長階級 1 cm 毎）
○体高比平均値　〃

後は体長の増大と共に減少する傾向が認められ、東北海区で秋期漁獲される 25～30 cm 程度のサンマでは頭長は体長の略ゝ 21 % 位となつて 2 cm 位の仔魚と大体同じ割合を示す。1 cm 毎の各体長階級に対し約 10 尾の平均頭長比（図示の値）を使用して、5 cm 以上の魚体について体長 L と k_1 との回帰を計算すると、

$$k_1 = 0.237 - 0.00096\,L \ \text{(cm)}$$

なる直線式で示される。

同じく体高比 $k_2=BH/BL$ の値をとつてみると、体長略ゝ 5 cm までは頭長比の場合と同様に急激に増大し、その後 12～24 cm の魚体では若干低い値を示すが、全体として未成魚・成魚ともその変異の差が小さい。

2) 鰭条数

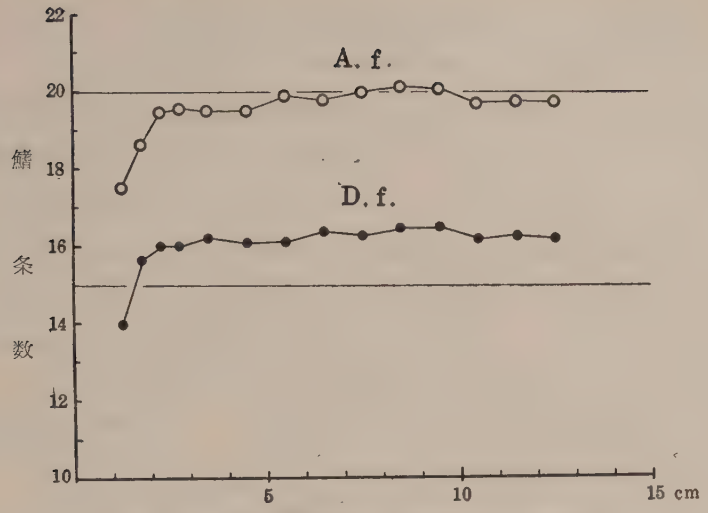
各体長階級毎の鰭条数平均値を第2図に、体長 5 cm 以上のサンマの背鰭・臀鰭条数の総平均値を第 1 表に示してある。

第 1 表　平均鰭条数

	軟条数	副鰭数
背鰭 Df	11 22±0.33	5 20±0 26
臀鰭 Af	13.70±0.36	6.11±0 32

註　体長範囲 5～27 cm

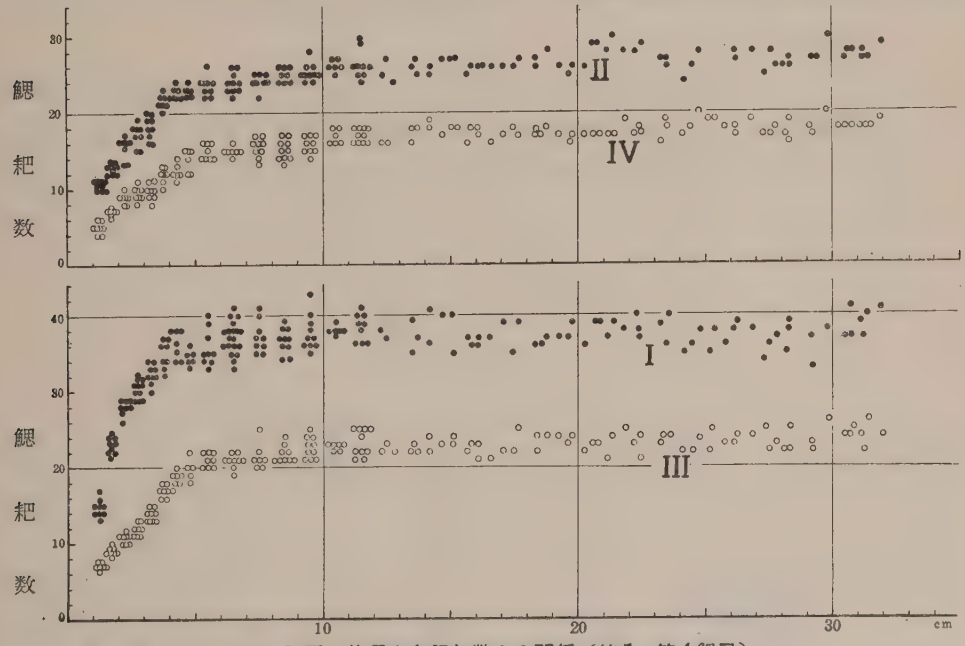
体長 1cm 台の極く小型のものでは、鰭軟条と副鰭の総数は背鰭 14. 0～15. 5、臀鰭 17. 5～18. 5 で稍ゝ少いが、略ゝ 2 cm 台で夫々定数に達する。此の場合、最後部の副鰭条即ち尾柄部の上下側附近のものが最も遅れて生ずる。



第 2 図　背鰭・臀鰭条数（各鰭軟条数＋副鰭数）

3) 鰓　耙　数

サンマの鰓耙構造上の著しい特徴は、鰓弓が 4 対で第 1 鰓弓上枝に発達した鰓耙を欠き、下枝との区別が明瞭であること、第 2～第 4 鰓弓上の鰓耙は著しく未発達で、短い歯状突起にすぎないことである。そして此の未発達な鰓耙はそれと反対側に並列している鰓篩 (gill sieves)*と殆ど同様な形状を有し、両者の噛み合せによる網目が、口腔底部に於いて摂餌上重要な役割を果し



第 3 図　体長と各鰓耙数との関係（第 1～第 4 鰓弓）
Ⅰ：第 1 鰓弓の鰓耙数
Ⅱ：第 2　〃
Ⅲ：第 3　〃
Ⅳ：第 4　〃

* Yasuda & Hiyama (1957) による名称を用いた。

ている。今それらの発達の状態をその数の変化によつて示すと次の様になる(第3図)。

第1鰓弓　第1鰓弓上の鰓耙は良く発達し長大、体長1cm台では、約15本、その後体長5cm台まで急速に増加する。その後の変化は少い。一般に鰓弓前部（口近く）の鰓耙は後部のそれに比して著しく短く未発達で、数の増加はこの最先端部から逐次行われる。体長4cm前後に達すると第1鰓弓の上枝内側に変形鰓耙と考えられる小突起が数個生起し、これも体長の増大と共に増加し7～8個で安定する(第2表参照)。亦之と略ゝ同時期に鰓弓中央部より後方の鰓耙から針状突起（spiny processes）が生じ、逐次全鰓耙に及ぶ。これによつて各鰓耙間に更に細い網目が構成される。

第2表　各鰓弓の鰓耙数

鰓弓	鰓耙数平均値
第1鰓弓	37.49±0.20(下枝) 7.85±0.07(上枝)
第2 〃	26 53±0 17
第3 〃	23.12±0 14
第4 〃	17 47±0.11

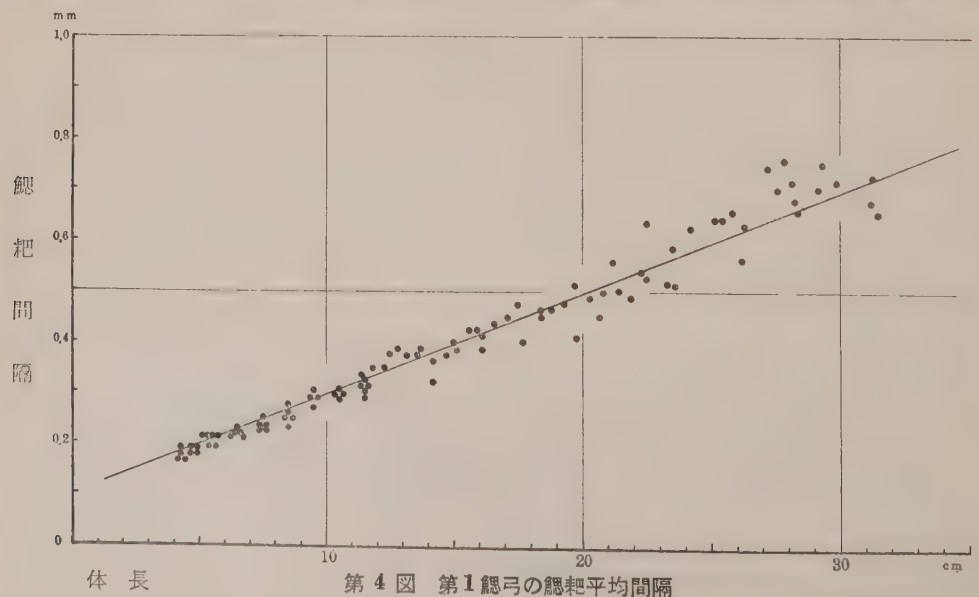
註　第2～第4鰓弓は上下枝の区分せず
体長範囲 10～31 cm

第2～第4鰓弓　体長1.0～1.5 cmのもので此等の数は夫々約10, 7, 5個であるが、その後体長と共に直線的な増加傾向を示し、約5cm台で最大値（定数）に近づき夫々24. 22, 16個となる。体長10cm以上の各鰓耙の総平均値（平均定数）を第2表に示す。

各鰓弓の鰓篩とそれに対応する鰓耙の数(例えば第1鰓弓の鰓篩数と第2鰓弓の鰓耙数)は略ゝ同数である。これは両者の噛み合せをする為の相対的関係からであろう。第2～第4鰓弓の短い鰓耙及び鰓篩にも針状突起が生じ、成魚では此の外観が短いサボテン様となつている。

4) 鰓耙間隔

水と共に吸入されたプランクトンは鰓耙及び鰓耙上の針状突起で構成される網目で沪過される。従つて鰓耙の構造即ち鰓耙数の多小或は間隔の疎密はその食性と密接な関係を持つている。然るに長大な鰓耙の間隔はかなり不安定であるからここでは鰓弓に密着している部分の鰓耙の中心軸



第4図　第1鰓弓の鰓耙平均間隔

の距離（$I\ g.r.$）を測定した。体長との関係は次の通りである（第 4 図）。

$$I\ g.r.\ (\mathrm{mm}) = 0.103 \pm 0.0196\ L\ (\mathrm{cm})$$

鰓耙の間隔は体長と共に直線的に増大し、此の値は体長 5cm 前後で約 0.2、30 cm になると 0.7 mm 前後となる。

5） 鰓耙沪水面積

第 2～第 4 鰓弓の鰓耙が未発達であるサンマの場合、第 1 鰓弓の鰓耙の沪過水量が摂餌機構上重要な機能を果すものと考えられる。測定資料に従つて左右第 1 鰓弓鰓耙の沪水面積を $S\ g.r.$ としたとき体長 L との関係は第 5 図から

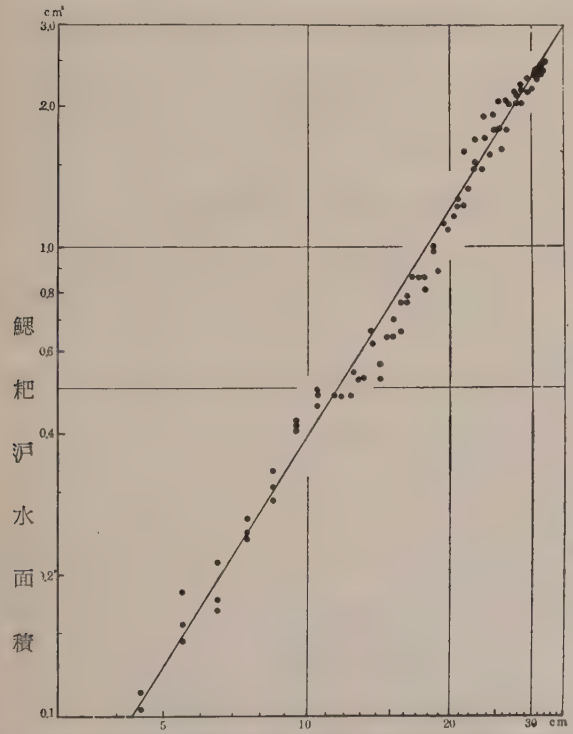
$$S\ g.r.\ (\mathrm{cm}^2) = 0.0092 L^{1.63}\ (\mathrm{cm})$$

の式で表わされる。

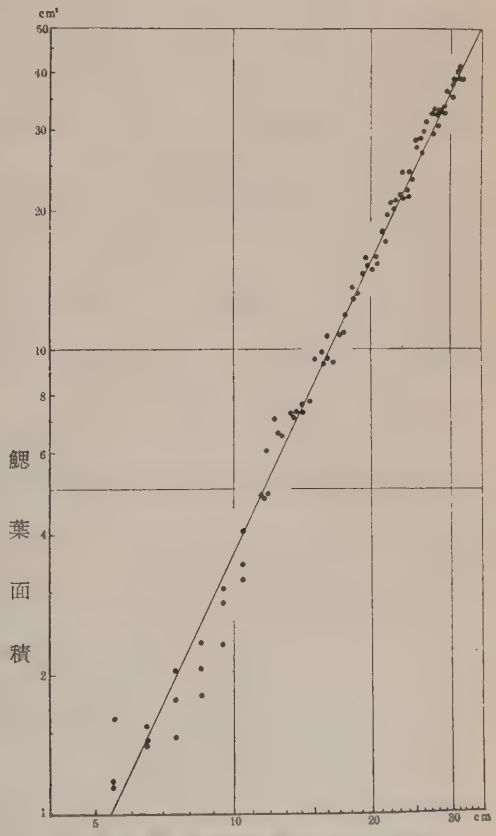
口腔底を形成する第 2～第 4 鰓弓と、それに附属した未発達な鰓耙と鰓篩との間隙は魚体の生理的状態及び環境条件（対象餌料の形状や疎密）によつて変化があり、殆ど無視し得る場合も考えられる。従つて口腔内に入つた水は大部分両側の第 1 鰓弓鰓耙を通じて排出されるとすれば、上式は一つの沪過係数として適用されよう。

6） 鰓 葉 面 積

呼吸に参与する鰓葉（gill filaments）の全表面積を求めて体長との関係を図示する（第 6 図）。一



第 5 図　鰓耙沪水面積（第 1 鰓弓）と体長との関係



第 6 図　鰓葉表面積と体長との関係

般に各鰓葉とも鰓弁の大きさが異る為外側表面積は内側表面積より大であり、亦各鰓葉の大きさの比は第4鰓弓の鰓葉全表面積を1とした場合他の鰓葉表面積は平均値で

第1鰓弓の鰓葉表面積　2.4
第2〃　〃　2.1
第3〃　〃　1.5

となり、この割合は体長によつて殆ど変らない。第1～第4鰓弓の鰓葉の合計表面積を $S_{g.f.1}$ (cm²)、体長を L(cm) とした場合の関係は

$$S_{g.f.1}(\mathrm{cm}^2) = 0.0292\ L^{2.09}(\mathrm{cm})$$

となり、鰓葉面積は略体長の2乗に比例して増加する。同様にして鰓葉全表面積と体重との間には

$$S_{g.f.2}(\mathrm{cm}^2) = 1.62\ W^{0.65}(\mathrm{g})$$

なる関係式が求められる。

考　　察

生物の成長過程には形成期・増大期・完成期の3段階が認められる(久保 1957)。魚類では初期の成長が旺盛で、体形の変化が著しいが、成体形 (adult form) に達した後は一般にその変化は少い。亦魚類の発育段階はその形態的・生態的変化に応じて幾つかの stage に分けられ、内田 (1930)はこれを仔魚期・後期仔魚期・稚魚期・未成魚期・成魚期の各段階に規定した。此の様な観点から本報告で取扱つた体節的形質について検討してみると、背鰭・臀鰭の条数に於いては2cm 台で既に定数に達し、発生後卵黄を吸収し各鰭の条数が定数に達する後期仔魚期から稚魚期へ移行する時期に相当するものと考えられる。内田（未発表）の図版によれば、サンマ稚仔魚の場合、全長 15.5mm のもので仔魚後期、全長 23.0mm で稚魚期としているので此の時期は一致し、この頃発生後1回目の形態的転期を経過するのであろう。

次に魚類の食餌選択器官としての鰓耙の構造は、その魚の食性と密接な関係をもつて居り、その発達段階の低次なものから高次なものへと移行するに従つて食餌の構成も亦次第に変化して行くことが考えられる。plankton feeder として近似な魚種について比較検討した結果では、鰓耙の構造はイワシ類、特にマイワシが良く発達し、サバはかなり粗で、サンマはその中間型とされている（檜山・安田 1957)。亦イワシの様に各鰓弓上の全ての鰓耙が良く発達しているものでは、鰓篩は未発達で、逆にサンマの様に鰓耙の未発達なものは鰓篩が発達している。

前述の様に背鰭・臀鰭の条数は体長 2cm 台の初期に定数に達するが、摂餌機構に関連する鰓耙の数は尚増加を続け、5cm あたりで略ゞ定数に達する。従つて此の時期に第2回目の形態的転期があるものと考えられる。このことは表層曳き稚魚網で採集されるサンマ稚魚の体長組成が晝・夜間で差があることから、サンマの稚魚は体長4～5cm で生態的変化をすると推察した（小達 1956）ことと全く一致する。亦畑中（1956）によると、2.5cm で鱗が生じ 5.5cm で稚魚期の鱗が完成するということも此等の時期と略ゞ一致している。

此の様な内部器官の発達段階と共に頭長比・体高比に於いても、5cm あたりで転期が認められ

る。従つて極く初期のサンマは形態的・生態的検討結果から、次の様に区分して呼ぶのが協同研究の場合便利と考えられる。

後期仔魚：卵黄吸収後より体長略ゝ 2 cm まで

稚　　魚：体長 2 cm 台から 5 cm まで

従つて 5 cm 台以上のものは成体形に達した未成魚と云えるが、それ以後は 30 cm を超える成魚を含めて著しい特徴的形態上の変化はない様である。但し頭表比は 5 cm 以上の魚体については体長の増加と共にいくらかずつ減少し、亦内部器官としては生物学的最小型に達する時期も、成育上一つの転期となろう。

成体形に達したサンマの鰓耙数は、本邦太平洋産のもので第1鰓弓の鰓耙数 33～44 本の範囲に計測されたが、平均値は 37.5 本である。分類学上唯一の近似種であるペルー産の Cololabis adocetus Böhlke は第1鰓弓下枝鰓耙数が 17～20 本であること及び胸鰭条数が 9 本（サンマでは 13～14 本）であることによつてサンマと区別される（松原 1955）。

摘　　要

サンマの魚体各部位、体長・頭長・体高・鰭条数・鰓耙数・鰓耙間隔・鰓耙沪水面積・鰓葉面積等の各計測値が魚体の成長と共にどの様に変化するかを検討した。

1) $k_1=HL/BL$, $k_2=BH/BL$ の値は体長 5 cm 台まで急速に増加する。その後 k_1 は直線的に減少する（$k_1=0.237-0.00096\,L(\mathrm{cm})$）が、$k_2$ は殆ど変らない。

2) 背鰭・臀鰭軟条数及び各副鰭数は体長 2 cm 台で定数に達し、このとき後期仔魚期から稚魚期へ移行する。

3) 第 1～第 4 鰓弓の各鰓耙数は発生後急傾斜で増加し、5 cm 台で略ゝ定数に達する。このとき稚魚期から成体形となつた未成魚期へ移行する。

4) 第1鰓弓の鰓耙間隔（各鰓耙の基底部に於ける平均距離）は体長と共に直線的に増大する。

$$I_{g.r.}(\mathrm{mm})=0.103+00.0196\,L(\mathrm{cm})$$

5) 第1鰓弓の鰓耙の沪水面積と体長との間には次の様な関係がある。

$$S_{g.r.}(\mathrm{cm^2})=00.092\ L^{1.63}(\mathrm{cm})$$

6) 第 1～第 4 鰓弓の鰓葉全表面積と体長及び体重との間には次の関係式が求められる。

$$S_{g.f.1}(\mathrm{cm^2})=0.0292\ L^{2.09}(\mathrm{cm})$$

$$S_{g.f.2}(\mathrm{cm^2})=1.62\ W^{0.65}(\mathrm{g})$$

参　考　文　献

Chapman, W. M. (1943) : The osteology of the Pacific saury, Cololabis saira. Copeia, 1943 (3)

Hatanaka, M. (1956) : Biological studies on the saury. Tohoku Jour. Agr. Res, 6 (3)

桧山義夫・能勢幸雄 (1952) サンマの Morphometry の一つの試み. サンマ調査打合会議（北海道）資料

Hiyama, Y. & Yasuda, F. (1957) : The methods of utilization of plankton by fishes. Records of Oceanographic Works in Japan, 12 (2)

北海道区水研・水試 (1952) 北海道区資源調査要報 (2)
久保伊津男・吉原友吉 (1957) 水産資源学　東京；共立出版
久保雄一 (1954) 大平洋産サンマの生態学的研究　茨城県水産試験場試験報告　昭和 25・26 年度
松原喜代松 (1955) 魚類の形態と検索 東京；石崎書店
小達　繁 (1956) サンマ稚魚の分布と産卵魚の成熟状態　東北水研報告 (7)
――――― (1956) サンマの脊椎骨数　東北水研報告 (8)
内田恵太郎 (1930) 魚類門口類頭索類　岩波生物学講座
Yasuda, F. & Hiyama. Y. (1957) Mechanism of utilization of plankton by some fishes. Records of Ocean ographic Works in Japan, 3 (1)
米田勇一・吉田陽一 (1955) イワシとその食餌プランクトンとの関係—I. 日水誌 21 (2)
吉田陽一 (1955) イワシとその食餌プランクトンとの関係　II. 日水誌 21 (7)

東北水研 研究報告
第 11 号
March 1958

飼育実験によるサンマの成長について※

堀 田 秀 之

ON THE GROWTH OF THE YOUNG SAURY, *COLOLABIS SAIRA* IN THE REARING EXPERIMENT

by

Hideyuki HOTTA

During the season of spring and early summer of 1955–1957, rearing experiments of the young saury *Cololabis saira* were undertaken to determine the growth. The fishes were caught by the set-net on the shore of Awashima Isle, situated in the North-Eastern part of Suruga Bay, Shizuoka Prefecture. They were held in the live-nets near the set-net and for food anchovy were used. The experiments were carried with regard to the feeding habits and food digestion, to clarify the relation among the feeding and the growth. The following results were obtained;

(1) The commercial catch of the saury (mostly young saury) in Suruga Bay, Shizuoka Prefecture was during between early March and middle July. Most of the catch is obtained in May and June. The fluctuation of catch is intermittent, and is closely related to the remarkable change in the temperature of the lower layer at Awashima Isle caused by great quantity of the flowing-in water mass from the outside of the Bay (Daikyûchô).

(2) The daily motality of the young saury after being held in the live-nets were classified into the following types:

(a) It decreases exponentially (b) It decreases exponentially in the first few days, but again increases afterwards (c) It decreases exponentially, but there are somteimes severe death rates. These types were caused by the fishes that die by the injuries in the handling in the first cose and by the change of the surroundings in the latter two coses.

(3) The digetive tube of the saury absent the stomach and the intestine runs straightly. In the case of the being fed the amount of fullness was recognized to the border of the intestine and the rectumn. The saury diets in proportion to the body-weight and it reaches about 13 percent of the body-weight when they eat enough. The relationships between the amount of the fullness and the body-weight is

$$Sw = 0.128\, W^{0.979}$$

Sw is the food weight in grams and W is the body-weight in grams

(4) The digestion is almost completed whithin three hours after the diet after

※ 東北海区水産研究所業績 第113号

which it becomes slow. The saury of about 12 cm in the body-length requires about 9–10 hours for digestion at the water temperature of 15°–21°C.

(5) Diurnal variation of the feeding shows the maximum per hours. It is closly related with excretion. That is, generally speaking, the saury were continuously fed every time. The relation between the number of the feeding in a day and the growth is illustrated in Fig. 14. As is clear from the figure, the growth is better with greatest diet.

(6) The relationship between the body-length and the weight of the commercial saury is

$$W = 0.000916\, L^{3.468}$$

Where W is the body-weight in grams and L is body-length in cm. The rearing was carried out with feeding twice a day for a long period based on the results given above. It can be said that this growth during rearing corresponds to that in nature, as may be judged from the body-length of the catch in nature being similar to that at the experiment period.

As a result it may be said that the saury 6 cm in body-length in early March grows to at least over 20 cm within half a year.

サンマの年令についての研究は今迄に宇野('35a, '35b, '36, '37, '39), 宮内 ('36) 及び久保 ('55), HATANAKA ('56), 等によつて行われ、特に HATANAKA ('56) はこの結果に基いて季節的な成長の過程を報告している。これらの諸報告は年令査定に鱗を使用しているが、サンマの鱗の輪紋は極めて不明瞭である為に、未だにサンマの研究者の間でもサンマの年令については意見の一致がみられない。従つて鱗相の研究によつて年令・成長の問題は解決されないように思われ、人為的飼育によつて成長量を測定し、之を基にして年令の問題を解決したいと考えた。本文では取敢えず飼育によるサンマの摂餌ー消化ー成長といつた一連の結びつきについての事項を報告する。

本文に入るに先立ち本研究に際して種々御指導いただいた本研究所長木村博士並びに色々と実験遂行上その他で教示及び討議いただいた東北大学農学部狩谷貞二助教授に対して感謝する次第である。尚実験を実施するに当り、'55 年には千葉県水産試験所・千葉県館山市波佐間漁業協同組合の各位並びに本所小達繁技官、'56年・'57 年の両年には静岡県沼津市内浦重寺漁業協同組合及び沼津市内浦重寺加藤仁氏等の特別の協力と援助を受けた。ここに厚くお礼を申し述べる。

実験設備並びに方法

主として2ケ年連続して実験を行つた静岡県沼津市重寺漁場に就いて述べる。重寺漁場とは駿河湾北東部に位置する淡島大謀網を意味し、実験材料としての若年サンマはこの大謀網に乗網したものを使用したのであるが、本漁場は風波穏かで、カツオ釣の生餌イワシも多く蓄養され、実験場としては絶好な場所である。

大謀網に乗網した若年サンマの活付は、イワシ・アジ・サバ等の様にタモ網を使用して活洲に

移す方法や、アユ等の様にバケツで水と一緒に移す方法では、殆んど大半が斃死してしまう。従つてサンマの活付には器具を用いずに、大謀網の魚捕部の結びを解き、これに導網（ミチアミ）を付け、魚捕部から直接実験用飼育活洲に流し込む方法によつた。使用した活洲の大いさ及びその網目は左の通りである。

1辺の長さ	形状	深さ	漁網の種類	網目	個数
7尺	8角	8尺	ミユーロン	120径 約4mm	1
6尺	8角	6尺	サラン	25節	1
6尺	8角	7尺	カネビヤン	120径 約4mm	1
6尺	6角	6尺	サラン	25節	2
6尺	4角	6尺	サラン	25節	2

この様な7個の活洲に、漁獲のある度毎に1ケ統宛收容した。活洲は風浪穏かで、しかも或る程度の潮通しのよい大謀網敷設附近の淡島の蔭に、土俵或は錨を使用して固定させた。若年サンマは物に驚いたり、早朝・日没頃或は月夜にはよく跳躍するので、逃逸を防ぐ為活洲網は活洲の枠から約30～50c.m高くした。又潮当りの強い場合に網はふかれて変形するので、長さ9尺の猛宗竹を活洲の1辺に2～3本ずつ鉛直に通して網形を保つた（第1図）。餌料には新鮮なカタクチイワシを主とし、之に若干マ

第1図　飼育実験設備

アジ・マサバも使用したが、同種の餌料で飼育を行う為に、'57年には餌を冷凍して保存し、これをチョッパーにかけたものを投与した。体長の小さい時代には、之を更にスリ鉢ですつてから与えた。

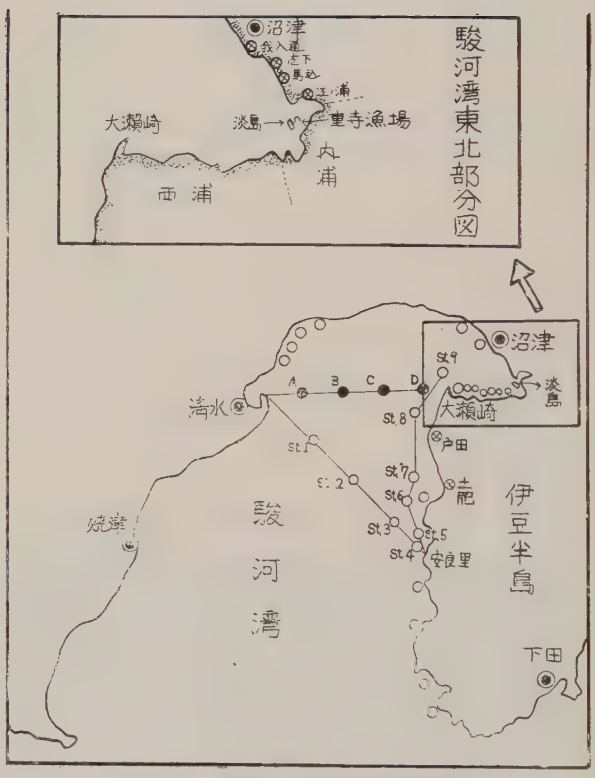
駿河湾春季のサンマ漁況

実験材料は上述した様に、大謀網に乗網した若年サンマであるから、一応駿河湾の春季のサンマ漁況の概略を説明しておく。駿河湾内には多くの定置網があつて（第2図）、これらの漁場に於けるサンマの来游状況については、既に木村('56)によつて昭和9年度から昭和20年度に至る12漁期についての報告があり、年々のサンマの漁獲量及び漁況の大略を知ることが出来る。即ち駿河湾内では3月上旬頃から僅か乍ら漁があり、6月上旬を最盛期として、5月中旬～7月上

旬に漁が多い。

昭和 26 年 ('51 年)～昭和 32 年('57 年) の駿河湾内のサンマ漁獲状況について、静岡県水産試験場の調査資料に基いて、各年各月陸揚地別に纒めたものを**第 1 表**に示す。

これらの陸揚地には夫々魚市場があつて、各漁村が大漁の場合とか或は地元で消費出来ない様な場合に陸揚げされ、一般に漁の少ない場合には市場には出荷されないで、地元で消費される。この様な場合には往々報告から洩れる事が多い。この点次の**第 3 図**と**第 1 表**とを比較するとよく判る。従つてこの陸揚量は各漁村の漁獲物全部でないから詳細な漁獲量を知ることが出来ないが、これから漁況の大勢は伺うことが出来る。この陸揚量の記録と木村 ('56) の報告とを比較することは、漁獲資料を集めた漁村に於いても



第 2 図　実験場所及び横断観測地点
○は定置網漁場

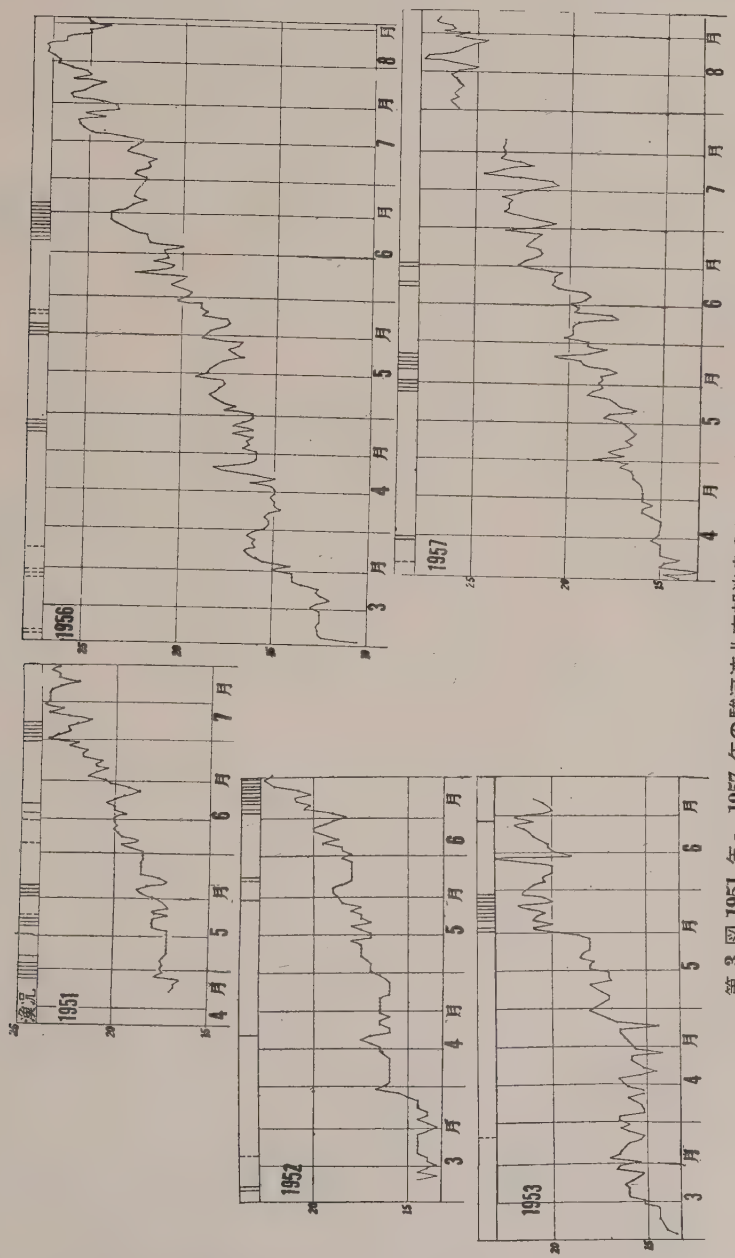
第 1 表　駿河湾春季サンマ陸揚量

単位：貫　　(静岡水試調査資料)

陸揚地＼年月	1951	1952	1953			1954		1955		1956	1957		
	5 月	5 月	4 月	5 月	6 月	4 月	5 月	5 月	6 月	6 月	5 月	6 月	7 月
我入道	30	—	—	1,352	—	—	11	—	—	—	—	—	—
戸田	218	86	—	62	45	—	—	95	—	—	—	—	—
土肥	5,793	9,843	—	6,605	—	203	91	—	—	105	105	—	—
内浦	—	31	256	2,093	—	24	—	—	—	—	402	2,132	—
志下	—	—	—	1,186	956	—	75	87	—	—	128	—	—
獅子浜	—	—	—	10,163	—	—	—	—	—	—	—	135,840	—
馬込	—	—	—	10,520	96	200	1,415	4,300	622	7,746	6,016	56,620	12
小計	6,041	9,960	256	31,981	1,097	427	1,592	4,482	622	7,851	6,651	194,592	12
計	6,041	9,960	33,334			2,019		5,604		7,851	201,255		

相違があり、木村のは定置網の資料であるが之は旋網のものも含まれている点等からして困難であるが、木村の場合は 12 漁期中最も漁獲の多かつた年でも 2 万貫程度で、他の年は大体 2,000～3,000 貫の年漁獲を示しているのに対し、近年は年による漁獲量の変動は大きいが、最高 20 万貫を越えている。季節的には 5 月・6 月に漁獲が多い。

大謀網のサンマの漁況を今少し詳しく見ると、漁獲のある場合には連日漁がみられ、それから一時漁が途絶えて又数日連続するといつた断続的な現象が認められる。從つて湾内の水温変動、特に木村（42′）の云う大急潮と此のサンマ漁況との関係について吟味する。湾内の水温の季節変化を考察するに、淡島大謀網漁場で揚網時（大体朝・夕2回）に下層の水温観測を実施しているので、これを使用した。第3図は昭和 26 年から 28 年までと 31 年・32 年の計5ヶ年間、各年

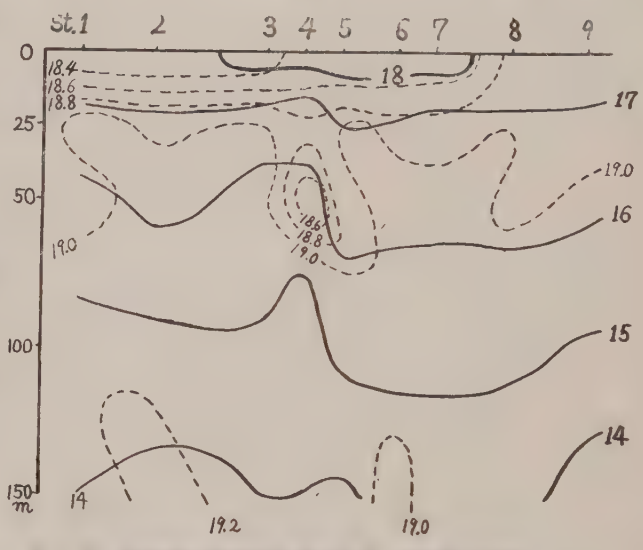


第3図 1951 年～ 1957 年の駿河湾北東部淡島の日々の水温とサンマ有漁日

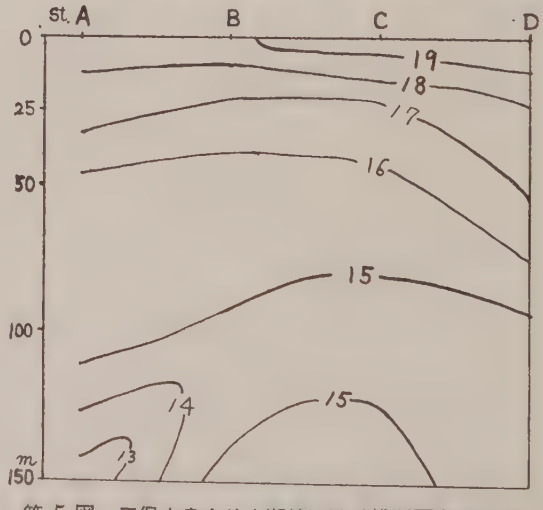
説　明
各年の日々の水温の上方の漁況欄はサンマの有漁日を示す。……は
10 貫以下の漁獲のあつた日，――は 10 貫以上漁獲のあつた日

毎に春季（3 月～7 月）の毎朝の水温とサンマの有漁日を示したものである。丁度この時期は水

溫上昇の激しい時であるが、木村 ('42) によれば日々の水溫変動量は大体 0.4°～0.5°C である。然るに第3図の5ヶ年の記錄をみると、時にそれ以上の水溫の急激な上昇があり、特に 20°C に達する様な場合には、湾内の大謀網に若年サンマの大漁の時が多い。この様に水溫上昇期に於ける水溫の急激な上昇即ち大急潮は、駿河湾外からの強い海流の入り込みによるものである。之に関して静岡県水産試験場の駿河湾内（**第2図**）の横断観測値（**第4図**）を参照すると、湾外の暖い水は St. 3～St. 7 の伊豆半島西岸に沿つて北上しているが、St. 9の大瀬崎には達していない。丁度この頃の淡島漁場の水溫は4月末から5月初めに 16°C から 17.5°C に上昇した直後で水溫の上昇下降の激しい時で、寧ろ下降気味な状態を呈している（第3図）。翌5月15日の三保大鼻から大瀬崎間の観測によると（**第5図**）、前日とは変つて St. C～St. D の大瀬崎寄りに黒潮系暖水の北上が認められ、大瀬崎の東では 100～150 m 層まで水溫は殆んど一様に 15°C を示している。これから数日後に淡島漁場の水溫は 17.5°C から 19°C にまで急激に上昇した。従つて湾外からの強い海流の入り込み（大急潮）があつて、沖合に游泳していたサンマ群は沖合の水塊の接岸と共に沿岸に来游し、湾内各地の定置網に入網し、その時に入網しなかつた魚群が附近を游泳して翌日又その翌日と連日入網するものと思われる。



第 4 図　駿河湾内横断面各層の水温・塩素量分布図
（52′-V, 13. 14 静岡県水産試験場）——水温 ……塩素量



第 5 図　三保大鼻より大瀬崎に至る横断面各層の水温分布図（'52-V, 15 静岡県水産試験場）

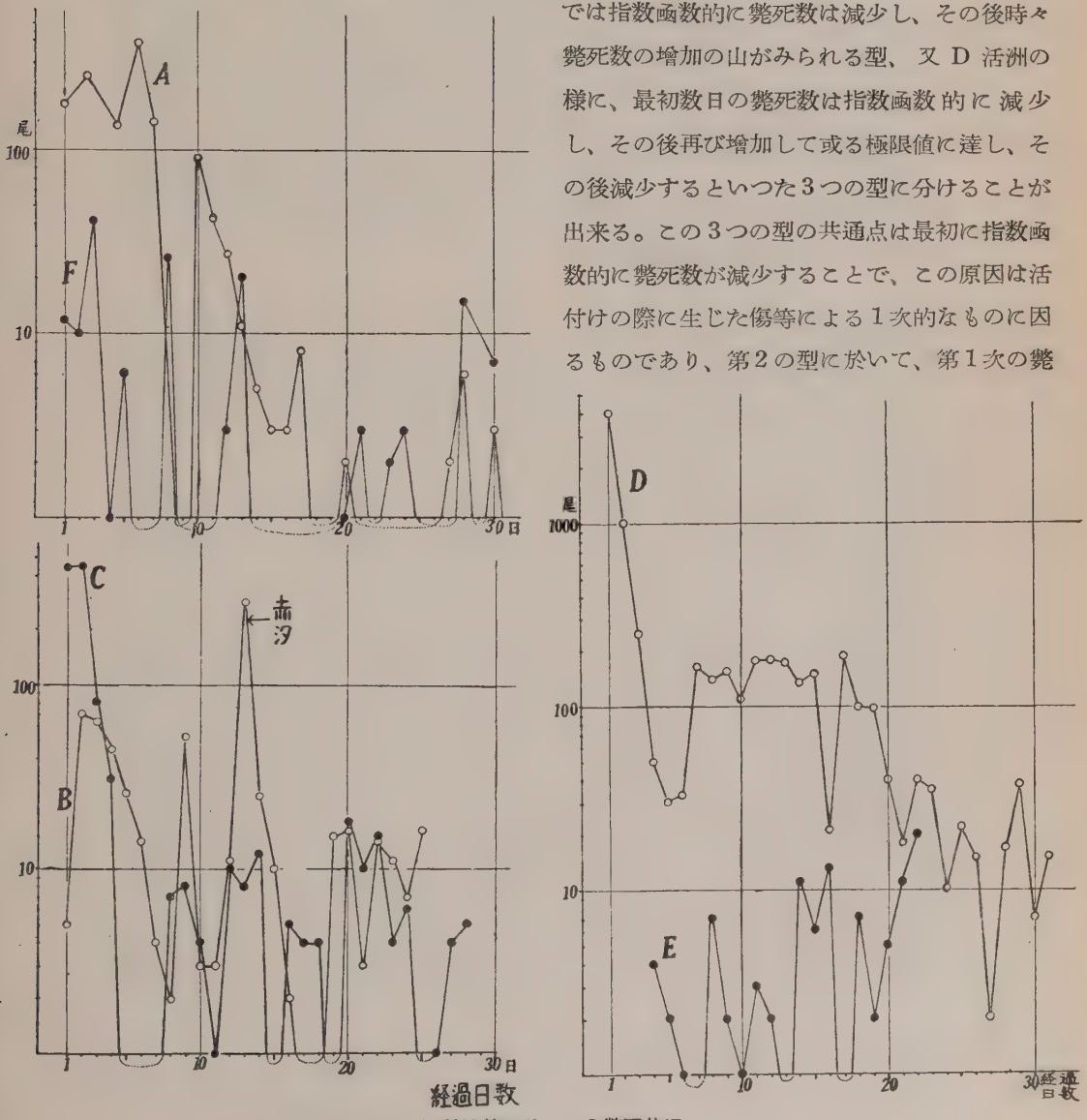
活付サンマの斃死状況

活付け後のサンマの斃死状況を調べる為に、**第2表**に示す様に、'56年、'57年に計6回に亘つて実験を行つた。活付け後から1ヶ月に及ぶ毎日朝夕2回船上より水中眼鏡を用いて斃死状態を観察し、タモ網で斃死魚全部を拾い上げて計数した。各実験活洲毎に日々の死亡尾数を纒めたも

第2表　各活洲毎の尾数と大いさ

活洲の記号	A	B	C	D	E	F
実験開始年月日	'57 Ⅲ-22	'57 Ⅲ-29	'56 Ⅵ-27	'56 Ⅵ-28	'56 Ⅵ-28	'57 Ⅴ-18
蓄養尾数	約 1500 尾	約 2500 尾	約 3000 尾	約 9000 尾	約 150 尾	約 4000 尾
魚体の大いさ(モード)	7.5cm	11.5cm	17.5cm	17.5cm	17.5cm	14.5cm

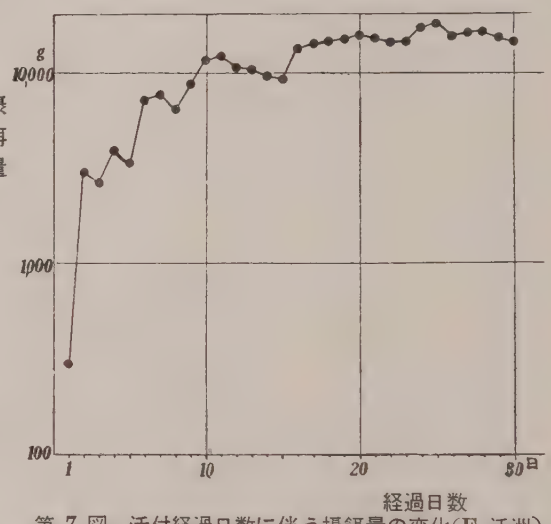
のが第6図である。活洲によつてその收容尾数には、かなりの相違があるけれども、その斃死狀態は図から明らかな様に、時日の経過と共にその斃死数は次第に減少し、略々指数函数的な形を示すもの（例へば A 活洲）、或は B・C・E・F の各活洲にみられる様に最初の 4～5 日頃までは指数函数的に斃死数は減少し、その後時々斃死数の增加の山がみられる型、又 D 活洲の様に、最初数日の斃死数は指数函数的に減少し、その後再び增加して或る極限値に達し、その後減少するといつた3つの型に分けることが出来る。この3つの型の共通点は最初に指数函数的に斃死数が減少することで、この原因は活付けの際に生じた傷等による1次的なものに因るものであり、第2の型に於いて、第1次の斃



第 6 図　活付け後のサンマの斃死狀況

死原因による斃死数の減少後に再び斃死数が増加するのは環境等の変化（例へばB活洲は13日目に夜光虫 *Noctiluca scientillaus* を主とした赤潮によつて致死傷害を受けたものが多い）によるものと考えられる。第3の型（D活洲）は收容密度過大の上，收容直後2時間かかつて設置場所まで発動機船（約1屯4馬力）で曳航したことが原因となつて、第1次の斃死数が殆ど無くなつた後で再び斃死数が増加したものと考えられる。この様な例はイワシに就いての木村（'33）の報告にもみられる。

一般に活付けた魚に対する餌の投与は活付け後約1週間経過してから行われるのは、第1次の原因による斃死数が殆んどなくなる頃には生残つたものは傷害も癒つて餌付もよくなるからであろう。サンマの場合も活付け後4～5日間は極めて餌付が悪いので、投餌を中止していたが、比較的上手に活付けできたF活洲で、摂餌状態の変化を調べる為に活付け翌日から投餌した。1ケ月間の摂餌量の変化は第7図の様に、活付け翌日から摂餌するが、最初の摂餌量は第1次原因による斃死が殆ど無くなつた6日以後に比べて、1/10に過ぎない。摂餌量の増減と斃死数の増減は大体に於いて逆相関を示している。



第7図　活付経過日数に伴う摂餌量の変化（F活洲）

サンマの摂餌及び消化

サンマの消化管は胃を欠き、腸は極めて短く、迂曲することなく、直走している。消化管は前部の食道部、中部の腸管部、後部の直腸部の3部分に外観から区別することが出来る。従つてサンマは無胃魚に属することになる。先ずサンマの飽食量を知る為に、6尺四方、深さ6尺の活洲に若年サンマを活付けて、新鮮なカタクチイワシをチコッパーにかけて細断した餌を手の掌にのせておいても、指の間からでももぐつて摂餌する程よく馴らし（第8図(a), (b)）、実験前日は全く餌を投与しないで空腹にしておいて、餌を竹ヘラで残餌を作らない様に投餌すると、餌に群れて集まる。最初の内は餌に対して素早く集まつてくるが、次第にその行動は鈍り、遂に全く餌に対して反応を示さなくなり、餌が残る様になる。この時飽食状態に達したと考え、活洲を少々静かに引揚げ、タモ網で素早く十数尾のサンマをすくつて、直ちに開腹してその消化管内容重量（但し直腸部を除く）を0.05 gr 目盛の上皿天秤で測定した。サンマの体重と摂餌量（飽食量）の夫々を対数にとつてプロットする直線的関係が成り立ち（第9図）、両者の関係は次式で現わされる。即ち

$$S_w = 0.128 W^{0.979}$$

S_w；消化管内容物重量

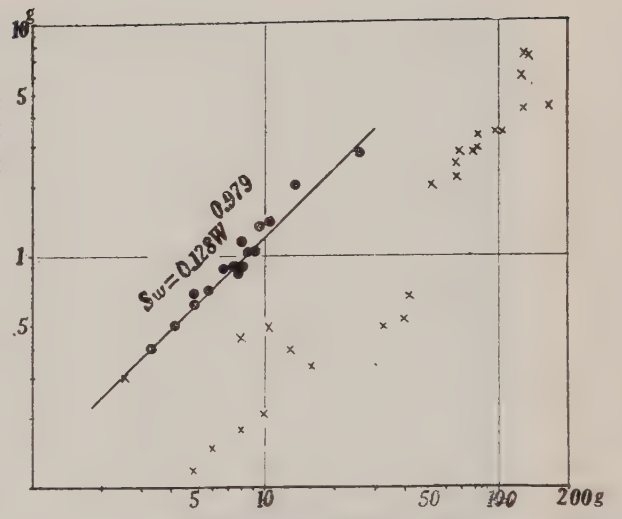
W；体重

第 8 図 (a) 手の掌から餌をとるサンマと餌に集まるサンマ群

(b) 活洲の中を群泳するサンマ群 (アクアラング使用・下方より上に向つての水中写真)

従つてサンマの飽食量は体重に比例して多くなり、その量は略々体重の 13 % に相当する。自然の採集物の摂餌量を第9 図に併せて示すと、その摂餌量は上式よりもかなり低いことが判る。特に夜間棒受網で漁獲されるものは餌をとつていないし (HATANAKA '56, 堀田・小達 '56)、自

然では飽食状態のものを採集する機会が少ないが、相当量摂餌している個体でも飼育の場合よりも低い点から、矢張り自然では飼育の場合程充分餌をとり得ないと考えられる。



第9図　体重と摂餌量との関係
● 飼育実験　× 自然採集物

次にこの様に飽食状態に達したサンマの消化管内での餌の分布状態やその時間経過に伴う移動状況を X 線写真を利用して調べた。実験水温は 16°～17°C で、造影剤として薬局方のレントゲン用硫酸バリウムを濃い水溶液として、上述した餌に混ぜて大体飽食するまで投与した。時間経過に伴つて、材料を 10 尾程度タモ網ですくつて、直ちにホルマリンで固定し、X線（ソフテックス）を用いて直接印画紙に焼付けた*(Pl. I～IV)。撮影時間は 100V, 5.5AP のもとに 8 秒である。写真によると、飽食時の餌の分布は中部の腸管部の後端まで一杯につまつていることが判る。この部分までは太くなつており、時間経過に伴つて次第に細くなつてゆく。従つて無胃魚の場合には、この腸管部が物理的にいつて、食物の貯蔵能力を行し、胃の役割を果すものと考えられる。餌の移動状況をみると、個体差はあるけれども、飽食1時間後には早くも直腸部に移動がみられ、2・3 時間経過すると消化管はかなり細くなつている。従つてこの頃から相当量の排泄（脱糞）が行われているものと思われる。飽食4時間後では、餌は中部腸管部にあるけれども、腸管は極めて細くなつてしまつている。5 時間後から8時間後までは、餌は中部後半へと移動し、9～10 時間後には全くその影が認められない。従つて水温 16°～17°C に於けるサンマの消化時間は大体 9 時間前後と推定される。次に時間経過に伴う内容物の量的変化（消化速度）を開腹して測定した結果を第10図に示す。各体重群共によく似た傾向を示し、飽食後3時間位迄は内容量は急激に直線的に減少し、その消化管の残存量は飽食時の約 1/3 となるが、その後の内容量の変化即ち消化速度は鈍つて遅くなる。消化は消化酵素の触媒反応であるから、単分子自己触媒作用**(Monomolecular autocalysis) の方程式、即ち

$$-\frac{dC}{dt}=kC$$

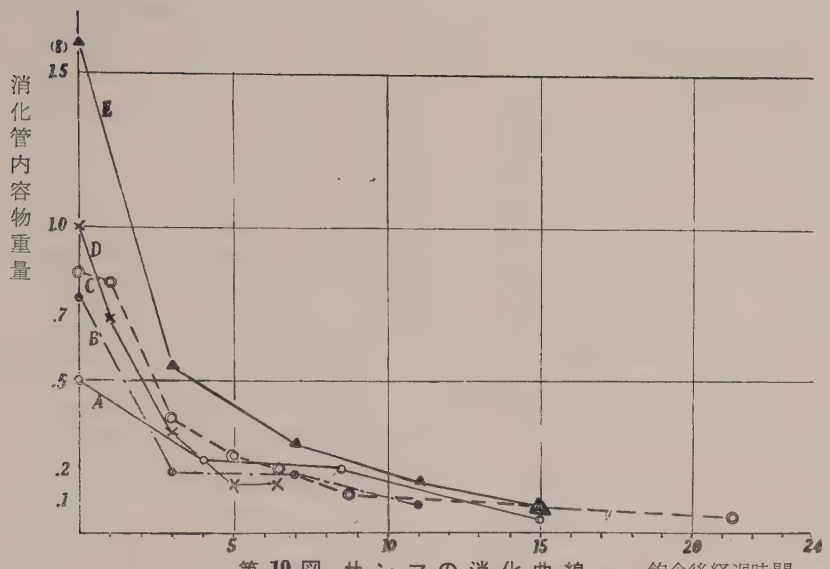
C; 消化を受ける物質 S の濃度

t, 時間

k: 定数

をあてはめることが出来、初めの物質 S の量を a とし、時間 t までに消化された S の量を x

* 写真撮影は小達技官を煩わした厚く感謝する。
** 八木誠政・小泉清明著函数生物学による。



第 10 図　サンマの消化曲線　　飽食後経過時間

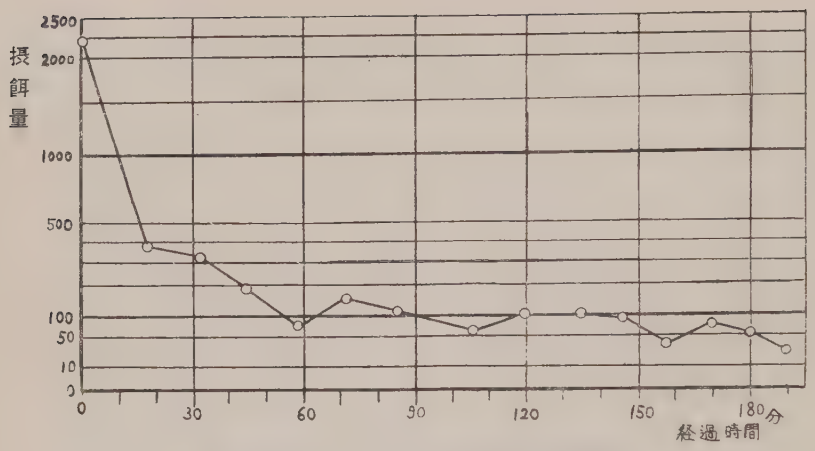
A 体重5.02g群｝実験水温　C 体重7.47g群｝水温　E 体重18.65g群
B 体重6.55g群｝20.1～20.4°C　D 体重8.73g群｝16.0～17.0°C　水温20.1～20.4°C

とすると、$-\int_{a}^{a-x}\frac{dC}{C}=k\int_{0}^{t}dt$　$k=\frac{2.303}{t}\log\frac{a}{a-x}$　となる。従つてサンマの各体重群の k の値は次の様になり、略々一定の 0.25 となる。例へば体重 18.7gr（体長 12cm 級）のものが内容量 0.2～0.1gr 程度の残滓を示すのには大体 9～10 時間を要する。このことは X 線写眞による結果とよく一致しているから、大体サンマの適溫範囲と考えられる15°～21°C の間では体長 12cm 級（体重 18.7gr）のものの 1 回の飽食量の消化時間は大体 9～10時間と考えて差支えない。魚体の大いさに拘わらず略々一定の餌の量を消化することが判る。この消化時間は同じ無胃魚ではあるが、その消化管が迂曲しているコイでは、水溫 20°～25°C で約 24 時間*を要する（尾崎・荒木・小川('55)）のに比してかなり短い。

体重群	k の値
18.65gr	0.250
8.73	0.360
7.47	0.221
6.55	0.276
5.02	0.154

狩谷 ('56) は無胃魚の金魚を一定環境条件下(水溫 20°C) に置いて、その摂餌狀況を調べた結果によると、金魚は絶えず餌を摂つてはいるが(不断摂餌)、その摂餌量には幾つかの増減の週期が繰り返えされ、凡そ 1 時間程度の週期がみられるという。又 HIRATA & KOBAYASHI ('56, '57) は秋～冬・冬～春に於ける環境条件の変化による摂餌狀況を金魚を用いて調べている。筆者はサンマに就いて摂餌狀況を実験した。即ち約 2,000 尾收容した活洲を水溫 18.3°～19.3°C で且絶食狀態に置いたものを少量宛の餌でゆつくり飽食させ、其の後大体 10 分間隔に投餌してその摂餌量の変化を見たのが第 11 図である。図によつて明らかな様に、絶食時から餌をとる場合、始めの内は大量に摂餌し、その後大体 1 時間に 1 回の摂餌量の増大がみられるが、毎時大略等しい餌の量を摂つていることが判る。この 1 時間 1 回の摂餌量の山は、狩谷 ('56) も指摘している様に、脫糞に由来している。従つてサンマも金魚と略々同様な不断摂餌の形をとることが明らか

* 20°C で 4～5 時間で消化が終るという報告もある (KNAUTHE 1901)

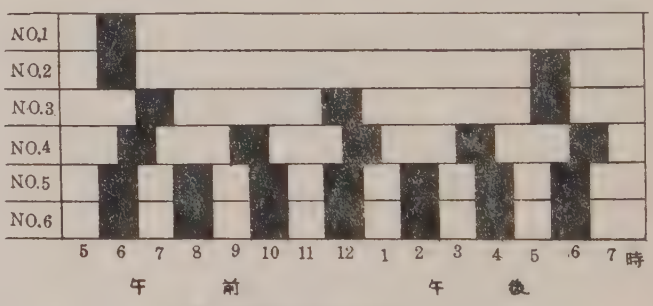


第 11 図　サンマの不断摂餌曲線

となつた。

不断摂餌と成長との関係

ウナギの様に生餌をつるしておいて自分自身で摂餌する場合は別として、サンマの場合には絶えず投餌して摂餌させることは技術的にも困難であるから、1 日に幾回も投餌するといつた形（多回投餌）をとらざるを得ない。この多回投餌と成長との関係については、狩谷の方法に倣つて吟味した。対象魚の大いさは平均体長 12.63cm、平均体重 5.60gr で之を各活洲に分けて、前述した様に予めよく馴らして置き、投餌 1 回毎に飽食させる様にした。実験期間は 4 月 29 日から 5 月 8 日まで 10 日間、第 12 図に示す様な投餌方法で最高 1 日 7 回投餌



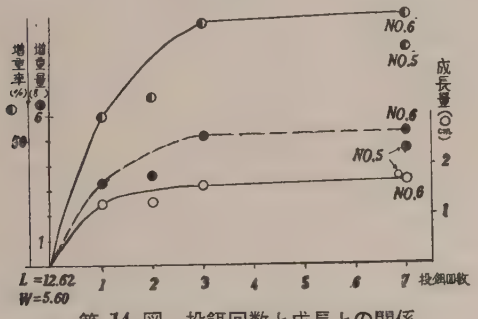
第 12 図　多回投餌方法

第 3 表　多回投餌による食物消費量と成長との関係

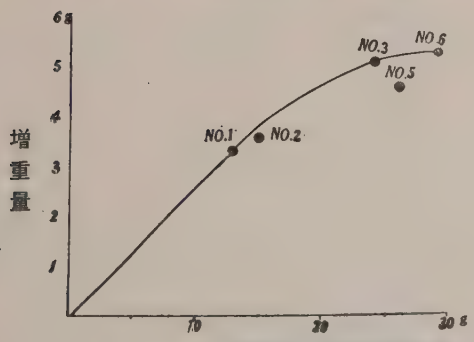
（1957 年 4 月 29 日より 5 月 8 日まで 10 日間飼育結果）

活洲	No.1	No.2	No.3	No.5	No.6	備考
収容尾数	44	2.000	50	1.000	220	実験初期の魚体
活洲の大いさ	1辺6尺四角形	1辺7尺八角形	1辺6尺六角形	1辺6尺八角形	1辺6尺四角形	平均体長 12.62cm, 平均体重 5.60gr
投餌量	565	30,060	1,205	26,045	6,380	日間摂餌率 (%)$=F/\frac{(w_0+w_t)}{2}\cdot n\cdot t\times 100$
実験終期の魚体 体長	13.86	13.89	14.21	14.35	14.30	日間増重率(%)$=(w_t-w_0)/\frac{(w_0+w_t)}{2}\cdot t\times 100$
実験終期の魚体 体重	8.90	9.18	10.72	10.21	10.92	増重効率(%)$=(w_t-w_0)n/F\times 100$
成長量 (cm)	1.24	1.27	1.59	1.73	1.68	F：投餌量(摂餌量)
増重量 (gr)	3.30	3.58	5.12	4.61	5.32	w_0：実験初期の体重
日間摂餌率	17.8	20.4	29.6	33.0	35.1	w_t：実験終期の体重
日間増重率	4.55	4.85	6.27	5.85	6.45	t：飼育期間
増重効率	25.69	23.81	21.20	17.69	18.34	n：飼育尾数

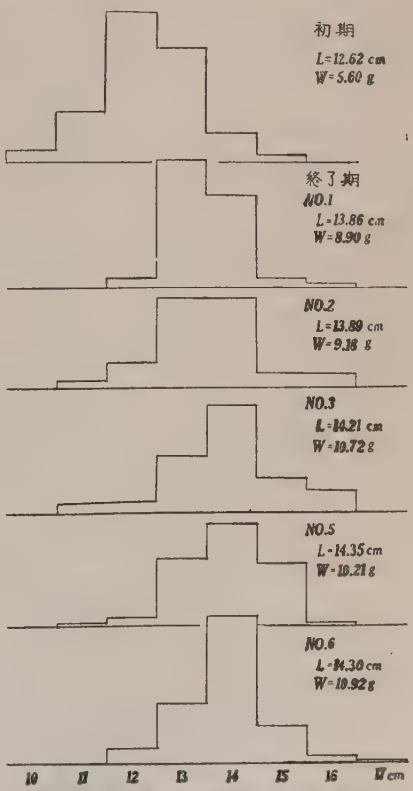
を行つた。この実験期間の水溫は大体17°C前後で大きな変化はみられなかつた（第3図参照）。多回投餌と成長との関係の結果を纏めると第3表の様になる。但し No. 4 の活洲（5 回投餌群）は実験途上餌付不良となり、充分なる投餌が行えなかつたので除外した。先ず体長（肉体長）の伸びについてみる。第 13 図に実験初期及び終期に於ける投餌回数群毎の体長頻度分布を示した様に、1 日 3 回投餌（No. 3）群までは投餌回数（投餌量或は摂餌量）の増加に伴つて、順調に体長モードの移行が認められるが、それ以上の投餌回数群では、体長の伸びには大きな相違はみられない（第 14 図）。次に増重量並びに最高 7 回投餌群(No. 6) の増重量を 100% とし、投餌回数群毎の増重割合（増重率）に就いても（第 14 図）、3 回投餌までは増重率は急激に高くなり、3 回投餌群では最高の7回投餌の 96% に達し、それより多くの投餌回数の増重率は殆ど変らない。従つて毎回飽食する様に投餌すれば、1日3～4 回 の投餌で、その成長は殆ど最大なものと見做してよく、更に餌を増してもつと大きな成長を期待しようとしても無駄であることが判つた。ここで No. 5 と No. 6 の活洲をみると、之は同じ7回投餌群であるが、体長の点では No. 5 の方が大きく、体重の点では No. 6 の方が大きいといつた現象が生じている。摂餌量では No. 5 が No. 6 よりも幾分少なかつたことは事実であるが、問題は摂餌量よりも環境によると考えた方よいのかも知れない。即ち No. 5 では1辺7尺の八角形で深さ8尺という広さに対し、No. 6 では1辺6尺の四角形で深さ6尺という広さで運動量の相違によつて生じたとも考えられ、又実験誤差とも考えら



第 14 図　投餌回数と成長との関係



第 15 図　摂餌量と増重量との関係



第 13 図　多回投餌による 10 日間のサンマの成長（体長）

れる。餌料の増重効率について、1 尾の魚が1日に消費する餌の重量をその魚の体重で割つて100倍したものを日間摂餌率、1 日の増重量をその魚の体重で割つて100倍したものを日間増重率とし、消費された餌に対する増重の比を餌料の増重効率とすると、之等の値は第3表の様に、多回投餌方法によつて摂餌量の多いもの程、その餌料の増重効率は落ちるがその成長量は大きいということが判る（第 15 図）。

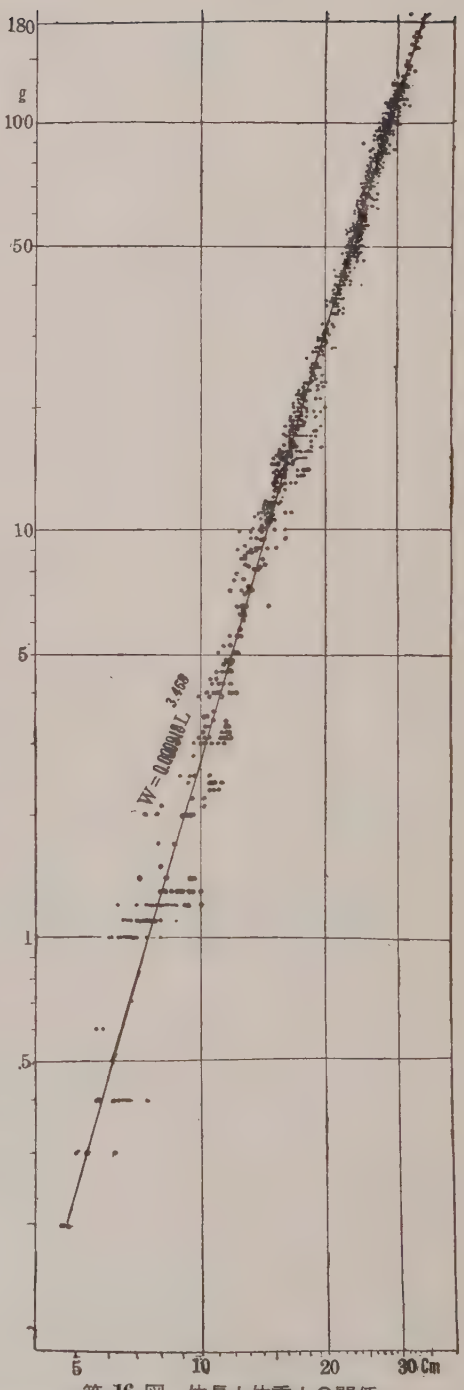
自然に於ける採集物の体長と体重との関係は 第 16 図に示す通りで、それは次式で表わされる。即ち

$$W = 0.000916 L^{3.468}$$

W：体重

L：体長（肉体長）

この自然の場合（漁獲魚）と飼育の場合とについて体長・体重を比較してみると常に飼育の場合の方が、僅か乍ら同じ体長群であつても体重が大きい。之は自然の場合では餌料は主として Planktonic crustaceans (Copepoda, Euphausia, Amphipoda) であるが〔時にカタクチイワシのシラスを多く摂餌している場合もある（HATANAKA '56、堀田・小達 '56)〕、飼育の場合には常にカタクチイワシを投与したものであるから、餌料の質による消化率や増重効率の相違に基くものと考えられる。この点については HATANAKA 等 ('57) もサバにカタクチイワシとオキアミとを投餌して飼育実験を行い、両者の間では摂餌量は変化しないが、成長率・増重効率に著しい差を認めている。又自然の場合と飼育の場合では游泳空間の広さによる運動量の相違等も関係しているのかも知れない。



第 16 図　体長と体重との関係

長期飼育による成長

実験は '55 年、'56 年、'57 年の3ヶ年行われ、'55 年は千葉県舘山市波佐間地先に於いて5月 29 日から 7 月1日まで約 30 日間（実験担当本所員小達繁）、'56 年は静岡県沼津市内浦重寺地先に於いて6月 27 日から 7 月 25 日まで約 30 日間（担当筆者）、'57 年は '56 年と同じく重寺地先に於いて 3 月 22 日から 5 月 6 日まで 45 日間と 3 月 28 日から 6 月 18 日まで約 80 日間、5 月

18 日から 7 月 24 日まで約 60 日間（担当孰れも筆者）飼育を行つた。投餌方法は 1 日朝・夕 2 回の投餌で、餌は前にも述べた様にカタクチイワシをチョッパーにかけたものを残餌が出ない様に少量宛投与した。この 2 回投餌は前述の 1 日 7 回投餌群の約 70～80% の成長であるが、この様な条件で長期に亘つて飼育した場合、どの程度の成長が得られるかについて実験を進めた。飼育期間途中の測定は主として斃死魚を測定し、時には活洲から取り揚げて体長・体重を測定したが、その結果は**第 4 表**に示す様である。実験初期の測定は漁獲物からの無作為標本と斃死魚によつて行つた。

第 4 表　飼育実験による成長

実験開始年月日　'55-V-29			
測定日	体長(cm)	体重(gr)	測定尾数
初期	17.4(9.6)	16.3(3.8)	991
VI-15	17.5(11.0)	—(—)	140
VII- 1	19.0(13.8)	24.4(8.1)	90

'57-III-22			
測定日	体長	体重	測定尾数
初期	7.50	1.14	169
IV- 8	8.75	2.09	8

'57-III-28			
測定日	体長	体重	測定尾数
初期	11.61	4.74	406
IV- 8	12.21	5.24	52
IV-12	11.91	5.54	84
IV-26	12.62	5.60	42
V- 8	13.89	9.18	60
V-16	14.72	11.81	137
V-21	15.23	12.50	22
VI- 4	16.77	18.45	158
VI- 8	17.20	17.62	53
VI-18*	17.47	20.10	93

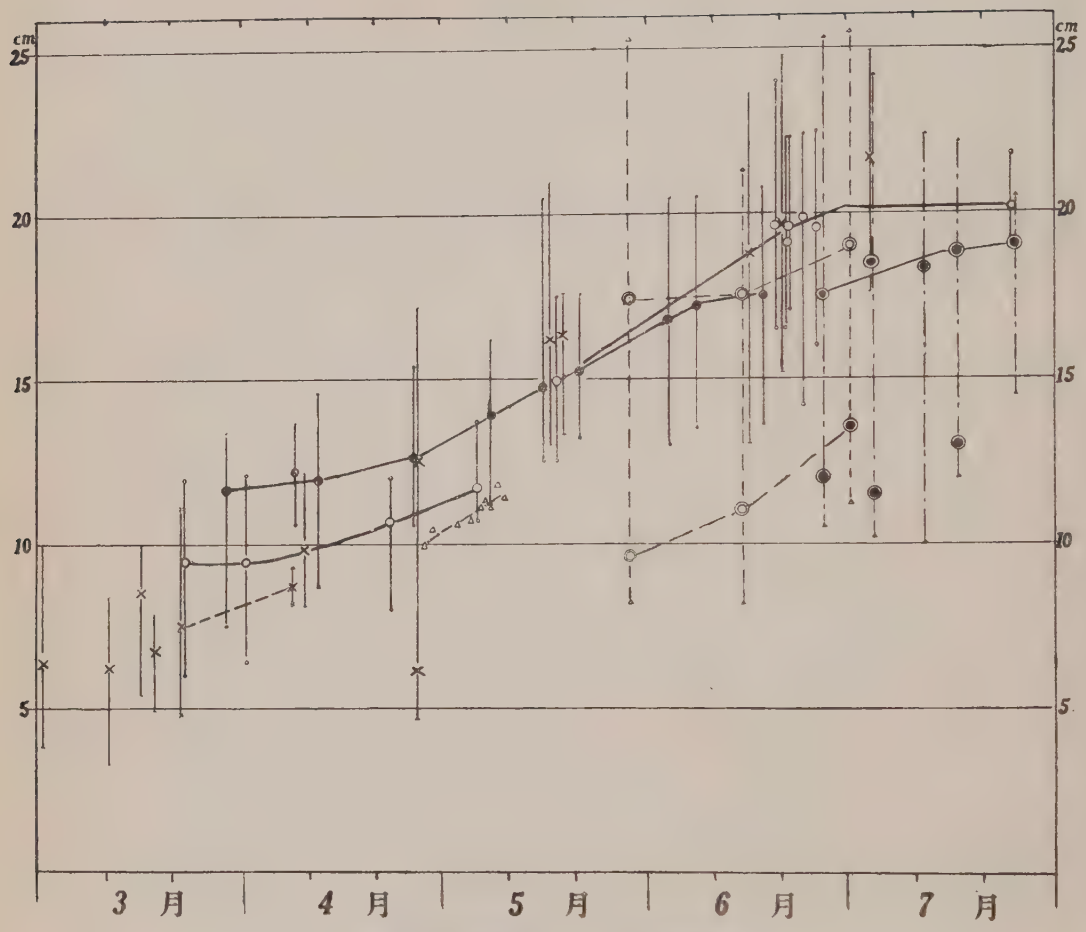
'56-VI-27		
測定日	体長	測定尾数
初期	17.5(12.0)	576
VII- 4	18.5(11.5)	442
VII-12	18.3	90
VII-17	18.8(13.8)	108
VII-25	19.0(14.5)	116

'57-III-22			
測定日	体長	体重	測定尾数
初期	9.45	1.88	133
IV- 1	9.44	2.17	60
IV-23	10.66	—	7
V- 6	11.70	6.02	11

'57-V-18			
初期	14.93	12.20	63
VI-20	19.65	26.62	52
VI-21	19.10	—	32
VI-22	19.62	28.30	94
VI-24	19.88	26.29	94
VI-26	19.51	25.25	108
VII-24*	20.14	29.41	8

註　(1)　双峯型分布の場合は（　）で示した。
(2)* 飼育中餌付特に不良となり、游泳速度も鈍り異常を来たした様である。

この結果から体長丈けについて、その範囲とその平均を測定日に従つて並べたもの（即ち成長を意味する）は**第 17 図**である。'55 年と '56 年とは実験場所と時期は夫々違つているが、実験初期の主群の魚体は両年共に 17.5cm で、その 1 ヶ月後の体長も 19.0 cm となつている。実験中における成長については '55 年は測定回数も少ないので比較することは難しいが'56 年の記録では順調な成長が認められたが、体長 19cm 近くからはその成長はそれ以下のものに比べてやゝ劣る様である。'57 年は単一な魚体組成であつたので、その成長の追跡は容易である。'57 年の 3 月下旬に別個に行われた 2 回の実験、即ち 3 月 22 日活付（初期の体長 9.45cm）の約 45 日間



第 17 図　飼育によるサンマの成長曲線

…◎…'55 年、—•—◉—•—'56 年　—●—／—○—／…×…　'57 年

…△…'51 年自然採集物

—×—'57 年自然採集物

の成長狀況と、他の 3 月 28 日活付（初期の体長 11.61 cm）の 6 月 18 日まで飼育のものの 45 日間の成長狀況とはよく一致している。3 月 28 日活付けのものは 5 月 15 日頃から斃死魚が比較的多くなつて来たので、その時飼育していたものと略々同じ大いさのもの（初期の体長 14.93 cm）が、5 月 18 日大謀網に入網したので、新しく活付けを行つた。前者と後者との成長には若干の差違が生じているが、之は前に述べた様に、前者では斃死数が多く、餌付も稍々悪くなり、特に 6 月 8 日以降は極度に餌付不良となり、游泳速度も鈍り、若干の魚には生理的異常がみられたので、前者の成長狀況は代表値として考えにくくなつた。要するに '57 年の成長の季節変化は、4 月から 6 月にかけて急激な成長を示し、7 月に入つてからその成長が鈍つてきたのは餌付不良となつた為で、上述した様に '56 年の 7 月の実験記錄では順調に成長している。そして体長 19cm 程度からの成長は、それ以下のものに比べて、幾分少い様である。

この飼育による成長は、飼育期間中に大謀網で採集された自然のものの体長（第17図に×で示す）と大体よく一致している。年は異なるが'51年の4月28日から5月10日までの重寺地先での連続採集物の各群の平均値は散らばりも少ないので殆ど同一系統群と思われる。本所の海洋資源年報（'51年サンマ篇）に詳述されている様に、一般に重寺方面の大謀網で連日漁獲されるサンマ群は略々同一系統群と考えて差支えない。従つてこれら連日採集の成長状況（第17図に平均値を△で示す）ともよく一致している。

要するに1日2回投餌による飼育の成長は略々自然に於ける成長と類似していると考えて差支えない様である。特に'57年の飼育では、初めの実験の終り頃の体長が、次の実験の初期の体長と大体等しくなつているので、此の2組の実験を1つに纏めるとサンマの成長量を推定することが出来る。

結局

3月始めの体長モード6cm群（平均体長6.39cm）は約6ケ月で少くとも20cm以上の所謂小型サンマまで成長すると考えられる。

結　　び

サンマの年令を決定することはサンマ資源研究上最も重要な問題である。サンマの年令は従来鱗によつて研究されて来たが、近年これらの結果には多くの疑問があり、年令に関しては未だにサンマの研究者の間で意見の一致がみられていない。従つて鱗相の研究からは年令・成長の問題は解決されない様に思われ、筆者は人為的飼育によつて成長量を測定し、之を基にして年令の問題を解決したいと考え'55年から'57年の3ケ年、若年サンマを主として駿河湾北東部の沼津市内浦重寺地先に於いて飼育実験を行つた。ここは風波が穏かで、しかも例年3月から7月にかけて若年サンマが近くの大謀網に乗網するので、実験材料を入手するのに非常に便利な実験場である。

飼育によつて、サンマの摂餌——消化——成長といつた一連の実験を行い、之を基にして1日朝・夕2回投餌を行い、長期に亘つて飼育した結果によると、サンマは実験期間中同地先の定置網により漁獲されるものの体長と大体よく一致して成長し、略々自然に於ける成長を示したものと考えられる。即ちサンマの成長は次の通りである。

「3月始めの体長6cmモード群のサンマは約6ケ月後には少なくとも20cm以上の小型魚に成長する」。

参　考　文　献

HATANAKA, M. (1956) Biological studies on the population of the saury, *Cololabis saira*, Part 2 Habits and Migrations Tohoku Jour. Agr. Res., **6** (4)

———— —, SEKINO, K. & TAKAHASHI, M. (1957) Growth and food consumption in young Mackerel (*Pneumatophorus japonicus*) Ibid, 7 (4)

HIRATA, H. & KOBAYASHI, S (1956) Feeding activity of goldfish in autumn and early winter Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., **7** (2)

———— (1957) Diurnal rhythm of feeding activity of goldfish in winter and early spring Ibid, **8** (2)

堀田秀之・小達和子 (1956) サンマ食餌構成とその摂餌活動に就いて　東北水研報告 (7)

狩谷貞二 (1956) 魚の餌付に関する問題　水産増殖 **4** (2)

木村喜之助 (1933) 活付けたる「いわし」の斃死に関して　水試報告 (3)

———— (1942) 沿岸の大急潮に就いて　中央気象台彙報 **19** (1)

———— (1956) 定置網の漁獲サンマに就いて　東北水研報告 (7)

久保雄一 (1955) 太平洋側サンマの漁業生物学的研究 I　年令査定について I　茨城水試報告 (昭和 27 年度)

宮内武雄 (1936) 東北海区のサンマの生態について　日水学誌 **5** (6)

尾崎久雄・荒木公・小川健一郎 (1955) 鯉の消化管内に於ける内容物移動の X 線写真による観察　科学 **25** (11)

静岡県水産試験場 (1954) 事業報告 (昭和 27 年度)

宇野道夫 (1935a) 東北海区における流網による漁獲サンマの組成 (予報 I)　日水学誌 **4** (1)

———— (1935b) ———— (予報 II)　日水学誌 **4** (3)

———— (1936) ———— (予報 III)　日水学誌 **5** (2)

———— (1937) ———— (予報 IV)　日水学誌 **6** (3)

———— (1939) ———— (予報 V)　日水学誌 **7** (5)

圖 版 の 說 明

サンマの消化管内容物の移動狀況をX線造影剤硫酸バリウム（白くみえる物質）を使用して　軟X線にて撮影

Plate I

1 .....飽　食　時

2 .....飽食後2時間経過

Plate II

3 .....飽食後3時間経過

4 .....飽食後4時間経過

Plate III

5 .....飽食後5時間経過

6 .....飽食後6時間経過

Plate IV

7 .....飽食後9時間経過

8 .....飽食後10時間経過

1
2

Pl II

5
6

Pl IV

東北水研 研究報告
第 11 号
March 1958

日本近海のカツオ竿釣漁業における漁況の變動について 第 2 報※

川 崎 健

ON THE FLUCTUAION OF THE FISHERIES CONDITIONS IN THE LIVE-BAIT FISHERY OF SKIPJACK IN WATERS ADJACENT TO JAPAN. II

By

Tsuyoshi KAWASAKI

1. The writer examined the conditions of the formation of the skipjack fishing ground and the fluctuation of catch in the South-Western sea region and the Kinan sea region.

2. There are five main fishing grounds in the South-Western region: Gotō-Nada ground, Tokara ground, West-of-Okinawa Is. ground, East-of-Formosa ground and South-of-Formosa ground.

3. The formation of the fishing ground in the Gotō-Nada depends on the pattern of the ascending and the descending of the water temperature, that is to say, the period of invasion of the Kuroshio Water and the time when the vertical stability from the surface to 100m layer tends to zero and the water temperature decreases rapidly, rather than the absolute value of the water temperature and chlorinity.

4. The reason why the skipjack fishing is favorable in the Tokara region is that the Kuroshio main stream with large velocity passes through the area where many reefs exist.

5. The reason why the skipjack fishing ground is formed in the West-of-Okinawa Is. region is that the Kuroshio Current flows near the islands as the result of the protrusion of the Central Cold Water.

6. In the Kinan region (east of Cape Shionomisaki) the fishing is favorable in the year when the cold water mass is developed. The fishing ground is formed especially on the east and north sides of the cold water mass. That the fishing condition is favorable on the eastern side is the result that the Kuroshio main stream flows through the line of islands with many reefs. The condition that the Kuroshio Water enters into the Enshū-Nada and forms a bag-like sea region limited by land at the north side and by the cold water at the south side makes the fishing good. The existence of the several reefs in this region provides another good condition for fishing.

7. In the region west of Cape Shionomisaki, the fishing of skipjaack depends on

※ 東北海区水産研究所業績 第 114 号

the development of the cold water mass off Cape Toimisaki.

8. The first condition of the fishing ground formation of skipjack is that the warm water of Kuroshio spreads thinly over the cold water and the second condition is that the current varies complicatedly, temporally as well as spatially.

9. From the above mentioned facts it is considered that skipjack likes the environmental conditions with severe motion and possesses large adaptivity.

目　　次

I　ま　え　が　き

II　西南海区のカツオ漁場

II 1 西南海区の海況

II 2 五島灘のカツオ漁場

II 3 トカラ水域のカツオ漁場

II 4 沖縄西のカツオ漁場

II 5 台湾東のカツオ漁場

II 6 台湾南のカツオ漁場

III　紀南海区のカツオ漁場

IV　総　　括

V　要　　約

VI　文　　献

I　ま　え　が　き

第1報[1]において筆者は東北海区に於けるカツオの漁獲統計および生物統計について若干の考察を加えたが、本報告に於いては西南海区*1および紀南海区*2に於けるカツオの漁場成立の条件および漁況の変動について、主として環境の面から検討を加えることにする。東北海区におけるカツオ漁況についてはかなり報告があるが、西南海区および紀南海区についてはほとんど見るべきものが無いのが現状である。漁況に関する資料は西南海区および紀南海区における最大のカツオ水揚港である枕崎港および焼津港に於て、昭和 26 年以来本所の調査員の集めたものおよび清水港で東海大学水産研究部が集めたもので、資料の蒐集率はかなり高く、詳しい解析に十分耐え得るものである。

II　西南海區のカツオ漁場

西南海区のカツオ漁場はかつて筆者の報告したように（川崎[2]）大きく四つに分類される（第1図）。すなわち回游形態の漁場としては 8 月から 11 月にかけての五島灘の漁場と、春と秋に形成されるところの台湾の東から沖縄本島の東南方へかけての台湾東漁場の二つがあり、瀬付形態の漁場としては、列島線に沿つての漁場（ほとんど周年）と、ルソン水道の漁場（春と秋）が

*1　ここで西南海区というのは 131°E 以西の五島灘からルソン島に至る水域を指している。

*2　ここで紀南海区というのは 29°N 以北すなわち亜熱帯収連域の北側で 131°E 線と伊豆諸島の列島線にはさまれる水域を指している。

第1図　昭和 7 年 6 月上旬の水温分布に基いた東海の海洋構造と力ツオ漁場。トカラ漁場と沖縄西漁場は昭和 26 年の資料による。

あげられる。この列島線の瀬付漁場を更に細かくみると（東北海区水産研究所[3]、川崎[2]参照）、29° N～30°N のトカラ水域と 26°N～27°30′N の沖縄島西方にそれぞれ漁場重心があることがわかる（第1図参照）。先ず西南海区の海況の概況を説明し、その後で漁場の各々について検討する。

II　1 西南海區の海況

第1図に昭和7年6月上旬の 50m 層の水温分布を示した*。この図をもとにして東海の全般的な海洋構造を述べると、黒潮は台湾と与那国島の間を抜けて東海に入り、200m 等深線沿いに北東へ進み、屋久島と奄美大島の間を通つて太平洋へ抜けている。黒潮の 1 分枝は 123°E と 125°E の間で中間暖水（宇田[4]）として北上し、更に他の分枝は奄美大島西方の大陸棚縁の小海谷部沿いに北方に張り出している（宇田[5]・辻田[6]）。黒潮のもう一つの分枝は対馬暖流として 128°E 線沿いに北上し、男女群島の西を通り、対馬海峡を経て日本海へ入つている。他方済州島の西からは黄海に起源を有する低温低塩水が 125°～127°E を南下し、いわゆる中間冷水帯を形成している（宇田[4][7]）。この中間冷水の先端は 27° 30′N, 125° 30′E に達し、更にここから黒潮の中に cascading を起し（辻田[8]）沖縄島西方の黒潮を圧迫している。対馬暖流の分派は男女群島方面から五島灘に入り、福江島から野母崎を経て南下し、時計廻りの渦流を形成し高温・高塩水を堆積・沈降させている（辻田[8]）。以上がごく大まかな東海の海洋構造である。

II 2 五島灘のカツオ漁場

五島灘のカツオ漁は通常7月下旬に始まり 11 月上旬に終る。この漁場は回游性魚群の漁場であつて、地形的に局限された陸地近くの水域での回游性漁場は他に例が無く、極めて特異的なものである。魚群自体も特殊なものであつて、筆者が指摘したように（川崎[2]）、南西諸島周辺のカツオとは魚体の大きさからいつても年令組成からいつても全く別のグループに属している。又南西諸島周辺の他の水域と異つて鯨付群が出現し（東北海区水産研究所海洋資源部[3]）、魚群の魚種構成からみてもクロメジとの混成群である場合も多い。漁期は表面でもつとも高温（27°C～30°C）な 8 月に始まり、漁獲水温は著しく高いのである（第 2 図）。このことは一つにはカツオが E. P. Odum[9] のいわゆる耐忍の範囲の広い種であることを示していると共に、一方では又五島グループの特異的な性格を示しているのである。

地形性渦流域としての五島灘の特徴は、いわゆる沿岸水は灘の北部一帯を占めるだけで、黒潮系の高温・高塩水が常時灘の中部南部を覆つて居り、カツオの棲息域として好適な渦流を形成していることである。

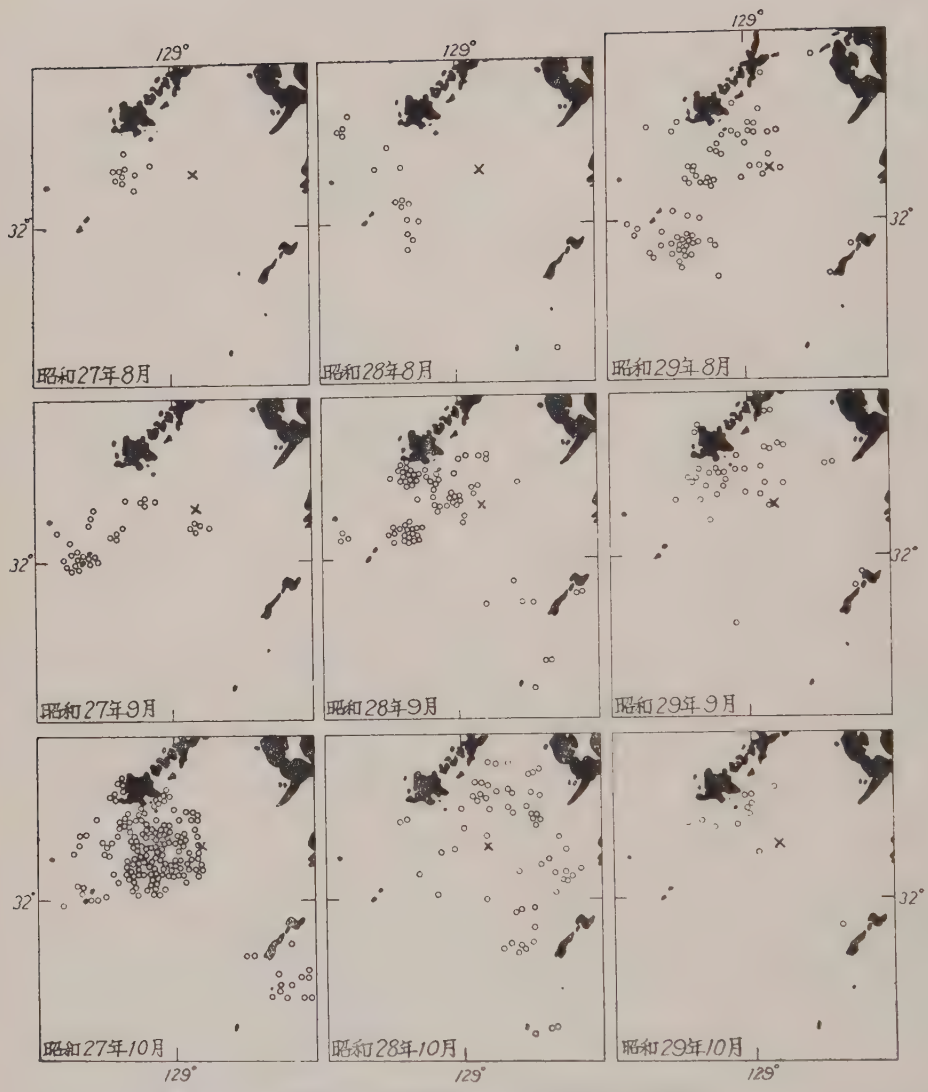
第 3 図に昭和 27 年・28 年および 29 年の 8 月～10 月の各月の五島灘における漁獲位置を示した。年によつて違いはあるが、漁場は先ず男女群島附近に形成され、次いで福江島の南東沿岸に移り、漁期の進むにつれて野母崎から甑島に達して終漁となる。特に昭和 28 年に典型的にみられるように、漁場は時計廻りの移動を示し、灘の中央部には漁場が形成されない。このことは明らかに漁場が黒潮北上分派によつて形成された五島灘環流と沿岸水との潮境、すなわち流速が大きくしかも水温・塩素量の鉛直傾度の大きなところに形成されていることを示しているのである。

---

* 資料は海洋調査要報第 50 報による。

第2図 A　32°20′N, 129°10′E 点に於ける水温のイソプレツトと 32°N 以北の各旬のカツオ漁獲量。

第2図 B　32°20′N, 129°10′E 点に於ける塩素量のイソプレツトと 32°N 以北の各旬のカツオ漁獲量。



第3図　五島灘漁場の漁獲位置。×は 32°20′N, 129°10′E。

第 2 図には五島灘渦流の中心部に近い 32°20′N, 129°10′E 点に於ける水温および塩素量のイソプレット*、五島灘の 32°N 以北での各旬の漁獲量（枕崎港への入港船より集計）を示した。先ず水温についてみると、表面では各年とも 8 月下旬に高極を示しているが、中層では高極の時期が遅れる。表面水温は一般に 7 月に急激に上昇し、9 月・10 月は水温下降もあまり顕著でなく、11月に入つて急速な下降を示すが、年による差は大きい。各年の漁況の変動と水温の変化との関係を検討すると、漁期は表面で水温の急昇する時期に始まり、表面水温が急激に下降し、ほぼ 100m 層あたり迄海水の鉛直安定度が 0 になる頃に終漁となる。水温の時間的変化が小さく、暖水が中層に迄滲透する時期が漁期となる。第 1 表に 32°20′N, 129°10′E 点における、表面か

* 長崎海洋気象台の観測による（THE RESULTS OF THE MARINE METEOROLOGICAL AND OCEANOGRAPHICAL OBSERVATIONS No. 9～No. 18）。

第 1 表　32°20′N, 129°10′E 点における表面から 100 m 層迄の平均水温の月内の変化および各月の 32°N 以北の総漁獲量。

		7月	8月	9月	10月	11月
1951	平均水温の変化 (°C)	1.9	2 0	0.6	1.1	2.7
	漁　獲　量 (千貫)	0	0	19	17	4
1952	平均水温の変化 (°C)	1.8	1.1	1.2	0 3	2.6
	漁　獲　量 (千貫)	5	18	20	73	5
1954	平均水温の変化 (°C)	1.3	1.4	0.6	1.3	1.2
	漁　獲　量 (千貫)	1	29	18	9	0

ら 100 m までの平均水温の各月での変化と、その月の 32°N 以北の漁獲量を示した。平均水温の計算は毎月観測のある昭和26年•27年および29年について行つたが、昭和29年の場合の外は、平均水温の変化の最小の月に漁獲量が最大である。

このことは又水温急降が遅く始まつた昭和 26 年と 27 年には漁期が長く、早く始つた 28 年と 29 年には漁期が短く、もつとも早かつた30年には漁況が非常に悪かつたという事実に対応している。

次に塩素量の変動をみると、夏季に表層は極めて低塩であるが、水温の高極と異つて塩素量の低極時は年による差が大きい。夏に低塩となるのは中国大陸方面から張り出す低塩水の影響が大きいことは勿論であるが、もつとも大きな原因は九州沿岸からの低塩水の流出であろう。このことは例えば昭和 31 年の各月の五島灘およびその周辺の塩素量の水平分布を示した長崎水試の報告[10)11)]からも明らかで、五島灘の岸寄りの低塩部は外洋と連絡していない。

塩素量の変動と漁況の変動との間には相関がみられず、例えば昭和 27 年には漁獲の最盛旬である 10 月上旬には表層の塩素量は 18.60‰ 以上であるが、昭和29年の最盛旬（8 月下旬）には 17.60‰ 以下となつている。

以上のことをとりまとめると次のようになる。すなわちカツオはビンナガ（川崎[12)13)]）と異つて、水温・塩素量に対し広範囲の適応性を持ち、五島灘の場合には漁場の成立は水温・塩素量の絶対値よりもむしろ、水温の上昇下降の状態、すなわち黒潮系水の強く五島灘へ流入する時期および 100m あたり迄の鉛直安定度が 0 になり、水温が急降する時期に左右される。

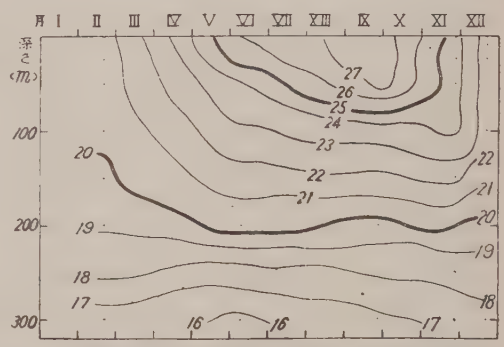
II. 3　トカラ水域のカツオ漁場

この水域は南西諸島水域における生産性の最も高い瀬付性漁場* であつて第1図に示すように 29°N と 30°N の間が主漁場であり、冬の低温期を除いて周年漁獲がみられる（川崎[2)]、東北海区水産研究所海洋資源部[3)]）。この主漁場域には大小多くの瀬があり、流速の大きな黒潮主流の通過するところである。前節でも示し又紀南海区についての次章でも述べるように、カツオという魚種は流速の大きなところを好み、瀬というカツオの滞泳に都合のよい条件と相俟つてトカラ漁場が好漁場となるわけである。トカラ漁場の北側の 30°～31°N の間にも数多くの瀬があるが、この水域は黒潮の主流域ではないために、春の 4 月～6 月に列島グループが若干漁獲され又 7 月と 9 月～11 月に五島グループが北上・南下の際に漁獲される程度であつて（川崎[2)]）、漁期も短く漁獲量も少い。

* 瀬付性の漁場といつても、カツオはしばしば瀬を離れて瀬と瀬の中間水域を回游しているのであるが、何れにしても瀬の水域に長く留つているのであつて、こういう性格のところを瀬付性の漁場というのである。

II. 4　沖繩西のカツオ漁場

第1図に示してあるように、沖繩島の西側に一つの漁獲重心がみられる。この水域は沖繩島の西側の瀬および更にその西側の水域であり、瀬とその沖合を含む主として回游性の漁場である。この水域に選択的に漁場が形成される理由を考えてみる。II. 1 で述べたように、この水域は北西の方面からの中間冷水によつて黒潮が圧迫され、強く列島寄りに流れているところであつて、流速の大きな黒潮が列島線をかすめて流れていることが魚群が濃密となり好漁場が成立する原因となつていると考える。黒潮主流が直接に瀬のあるところを洗わず、沖寄りに流れているため、瀬についたカツオが沖寄りに瀬を離れ回游性魚群が主体となる漁場となる。



第4図　那覇北西 50′～90′ の水温平均値のイソプレツト。

沖繩西の漁場は時期的には 5 月～10 月に形成される（川崎[2]）。漁期と海況の変動との関係をみるために、漁場の中心に当る那覇北西 50～90′ の水温の平均値のイソプレツトを作つてみた（第 4 図）。那覇沖北西の観測は筆者の知る限りでは今までに 5 回しか行われてない[*1]。従つて大体の傾向をみるために止むを得ず、年の異る 5 回の資料を一括して用いた。図をみればわかるように、この水域では 5 月頃から 100m 以浅の成層が顕著となり、11 月頃から鉛直混合が盛になつて、100m 以浅の水温が均一化される。すなわち漁期は 100m 以浅の鉛直安定度の大きな成層期にあたるということが出来る。II. 2 でも述べたが、カツオ漁場は暖水が冷水の上に薄く張り出した、鉛直安定度の大きなところに形成され、時間的な経過をみると安定度の大きな時期に形成されるのであり、ここでも又カツオ漁場の成立が、絶対的な水温や塩素量の値よりも立体的な海洋構造により大きく依存しているということが出来るのである。

第 2 表　昭和 31 年の東海における回游性カツオの水温別漁獲量（単位：貫）。

水温	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
19°C			300				
20°C	600	2,000	300				
21°C	7,800	8,900	900				
22°C	**7,900**	9,300	**11,000**				
23°C	4,400	**10,800**	6,200				
24°C		13,600	3,600	3,700			
25°C	1,500	2,400	900	2,500			
26°C	300	100	**2,200**	2,100		1,800	2,500
27°C			600	2,700		1,300	2,000
28°C				**7,600**		3,700	1,600
29°C				1,700		500	

第2表に東海における回游群の水温別漁獲量を示す。

*1　用いた資料は沖繩水試による昭和 6 年 9 月 26 日・27 日（海洋調査要報第 49 報　水産試験場）・昭和 7 年 2 月 20 日・21 日・同年 6 月 8 日・9 日（以上は第 50 報）・昭和 8 年 11 月 25 日（第 53 報）および昭和 9 年 12 月 22 日（第 55 報）の観測結果。

II. 5 台灣東のカツオ漁場

この水域のカツオ漁場は第1図に示してあるように、先島群島の南側から沖縄島の南東にかけて形成される回游性の漁場である。この漁場は昭和 28 年から始めて本格的に利用されたいわば新漁場であつて、年々かなりの漁獲をあげている。この水域についての広い海洋観測は昭和14年の8月に1回行われただけである（宇田[5]）。これによると、沖縄島の南南西に冷水塊があり、この冷水塊と台湾との間に暖水塊が存在して居り、かなり複雑な海況を示す水域と考えられる。このような複雑な海況状態がカツオの漁場成立と関係しているこることを明らかであるが、これだけの資料ではカツオ漁況との対応関係を知ることは出来ない。

漁況については本所発行の海洋資源年報で報告するので、ここでは大まかに各年の模様を述べる。

昭和 28 年

断続しながら3月上旬から9月中旬まで漁が見られた。漁場は 123°～127°E で、3 月上・中旬が最盛期である。

昭和 29 年

昭和 31 年までの内漁況のもつともよかつた年で、2 月上旬から 11 月上旬まで続いた。漁場範囲は大体上記と同様であるが、3 月上旬から 4 月上旬にかけては漁況は極めて活発で、漁場は 129°E（沖縄島の南東）まで伸びている。

昭和 30 年

漁期は 3 月上旬～4 月下旬と 9 月下旬～10 月上旬、漁場は 123°～127°E で、特に3月中旬～4 月中旬が盛況であつた。

昭和 31 年

漁期は 3 月上旬～5 月下旬および 10 月上・中旬で、漁場は上と同じである。盛期は 3 月上旬～4 月下旬である。

以上をまとめると、漁期は長く、冬を除いて周年にわたつているが、春と秋に漁況の山があり、

第 3 表　昭和 31 年の台湾東漁場における回游性カツオの水温別漁獲量（単位：貫）。

水　温	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
21°C	1,200	9,100	200							
22°C	3,500	20,200	700							
23°C	**8,300**	**20,500**	4,300							
24°C	2 800	10,800	13,900							
25°C		3,300	25,400	2,600						800
26°C		400	**29,200**	4,200					4,500	64,00
27°C			3,600	**41,800**					13,600	**6,900**
28°C				10,000	3,100		15,600	3,500	**29,400**	1,300
29°C				1,400	2,900		6,100		600	
30°C				2,100						

特に3月にもつとも活況である、從つて漁獲水温も非常に幅が大きい。1例として昭和31年の場合を示して置く（第3表）。

II. 6 台灣南のカツオ漁場

この漁場は台湾とルソン島の間、特に North Island 周辺の瀬の漁場と、ガランビ近海の回游性の漁場から成つている。漁期は冬・春と秋の2回であり、春の始めにもつとも漁況がよい。各年の漁期を簡単に示すと次のようになる。

昭和 28 年

漁期は1月下旬～3 月下旬と 10 月上旬～10 月下旬である。

昭和 29 年

1 月上旬から 10月下旬まで断続し、1 月下旬から4月中旬が最盛期である。

昭和 30 年

1 月下旬～5 月下旬と9月上旬～10 月上旬が漁期であり、2 月上旬～3 月中旬が盛期である。

第 4 表　昭和 31 年の台湾南漁場における回游性カツオの水温別漁獲量（単位：貫）。

水　温	1 月	2 月	3 月	4 月		11月
22°C	100	1,800	700			
23°C	**7,800**	**13,400**	2,300	1,400		
24°C	7,400	5,300	3,100	700		
25°C	3,700	6,900	11,200	4,000		100
26°C	700	2,400	**20,500**	**7,400**		**4,000**
27°C	400	600	500	3,500		1,200

昭和 31 年

1 月上旬～4 月下旬と 8 月下旬～11 月中旬が盛期である。

尙、1 例として昭和31年の回游群の漁獲水温を掲げて置く（第 4 表）。

III. 紀南海區のカツオ漁場

紀南海区のカツオ漁場も西南海区の場合と同様に、回游性の漁場と瀬付性の漁場に分けられる。紀南海区の瀬は伊豆諸島並びにその近海が主であるが、この他に足摺岬沖（六の瀬）・室戸岬沖（大正瀬）・大王崎沖に瀬があり、又列島線の西には海徳場・松生場（31°N, 139°E 附近）等の瀬がある。これらの瀬の漁場の細かい解析は次の機会にゆずり、本報告では概観的に瀬の漁場を考察する。

紀南海区のカツオの漁況について宇田[14]は“紀南に冷水塊の出現した年にはカツオ・マグロ魚群の停滞と濃集によつて総体としては例年より多獲せられている。之れは漁期が遅れて延長せられることとも関係がある”と述べている。宇田が述べているように、紀南海区のカツオ漁況には冷水塊が非常に大きな関係を持つている。この水域の海況条件は東北海区に較べるとかなり単調であり、主に冷水塊と黒潮の性状によつて規定されるのである。

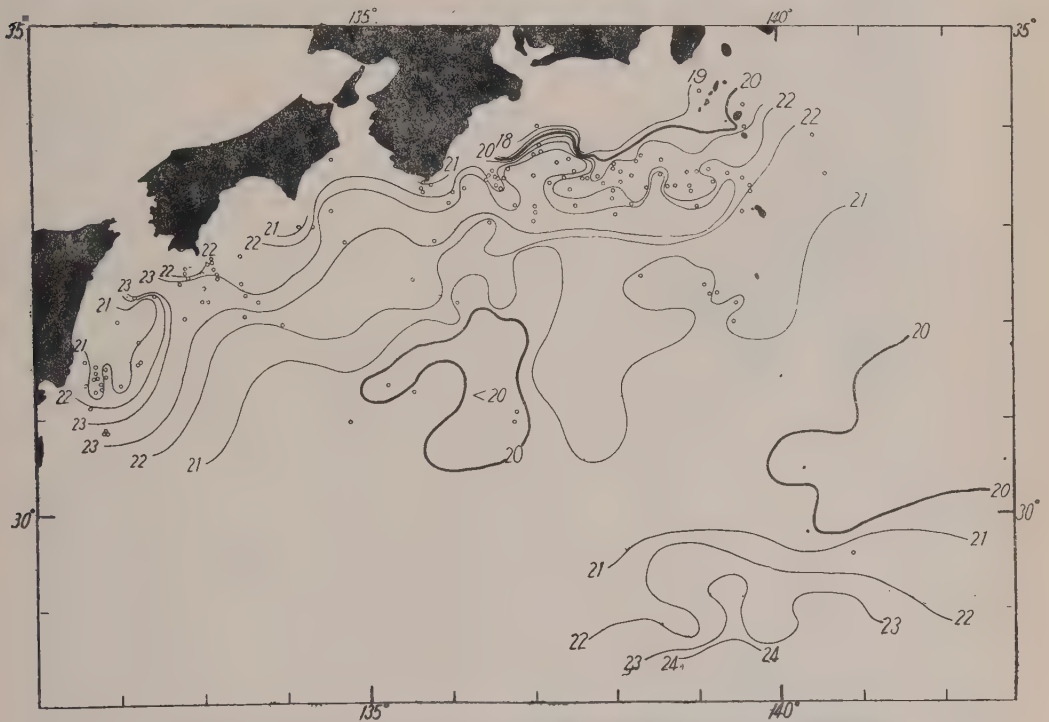
I で述べたように、カツオの回游性漁場は主として潮境水域に形成される。第5図と第6図に冷水塊の発達している場合と、発達していない場合のカツオ漁場の典型的な例を示した。第5図の場合には漁場は明らかに最高水温帯の北側の黒潮流軸部に形成されている。第6図の場合には資

料が不十分なため表面水温を示していないが、第7図を参照すればわかるように、漁場は冷水塊の周囲に形成されている。

第7図(100m 層等温線)*1・第8図(ダイナミック・デプス)*2および第9図(ダイナミック・デプスのアノマリー) *3 にはそれぞれ各年の 800d. b. 基準の表面の力学的高低図 (但し昭和29年の場合には観測層が浅いため 100m 層の等温線) と緯度経度 1° 枡目毎の 4 月・5 月・6 月の漁獲量の集計 (清水港・焼津港および枕崎港の調査によるもの) を示した。漁獲量の資料数は十分に多いので、相対的な信頼度はかなり高い。先ず**潮岬以東**について考えると、昭和29年と30年には冷水塊が発達して居り、31 年には発達していないのであるが、何れの場合にも黒潮の流軸部での漁獲量が大きいことがわかる。

第5表 **29°N 以北、135°E～141°E の水域の 4・5・6 月の漁獲量(単位：貫)。**

29 年	30 年	31 年
1,809,000	2,374,500	948,400

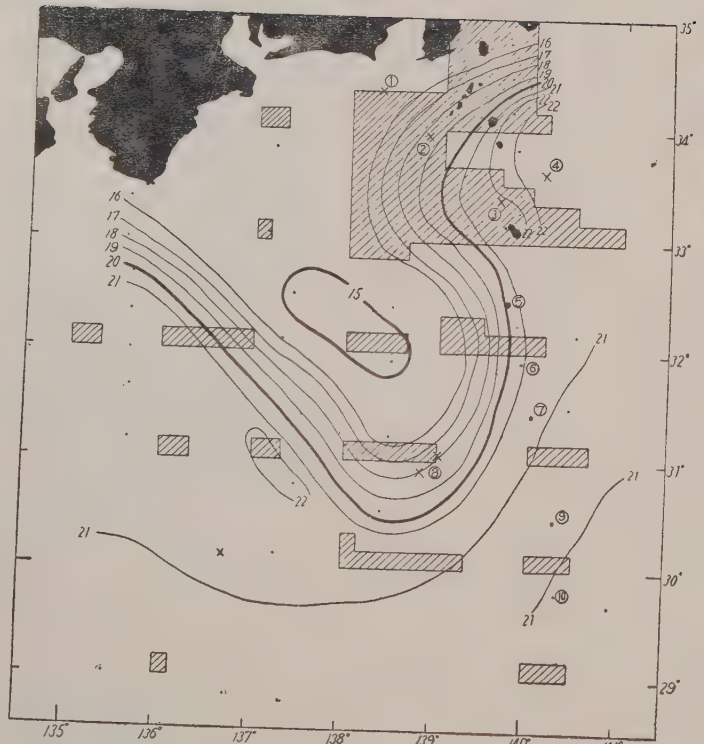


第5図　昭和 31 年 5 月 1 日～5 日の表面等温線およびカツオ漁獲位置。

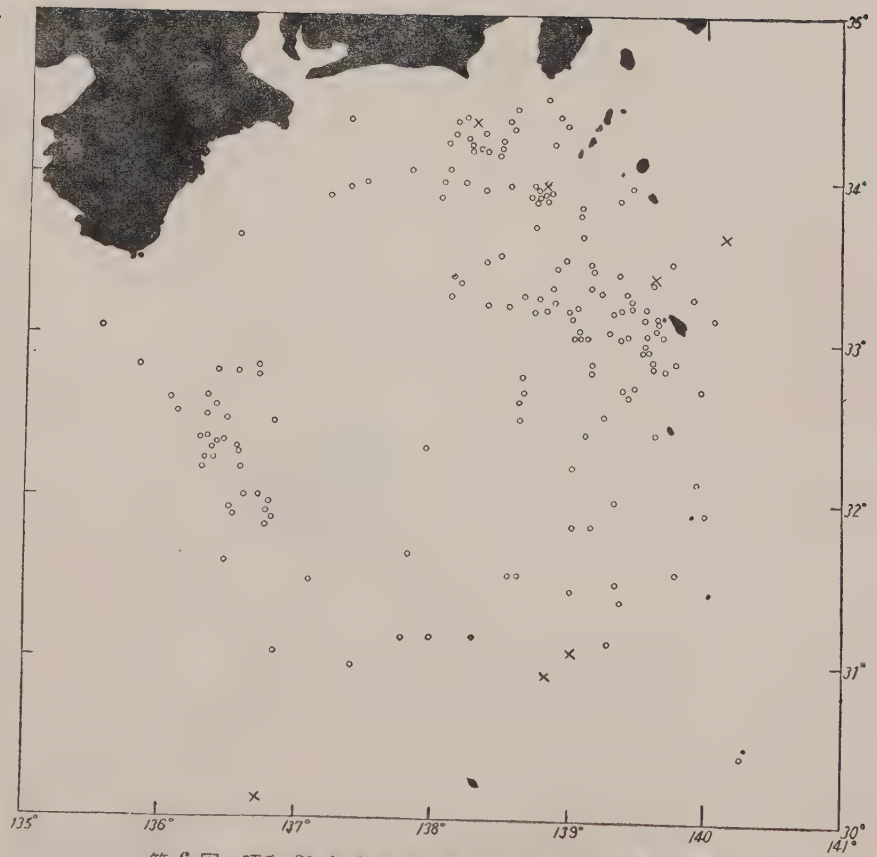
*1 用いた資料は天鷹丸 (水産庁) 5 月 24 日～27 日 (大平洋側海洋調査水温速報第 1 号東海水産研究所)・渥美 (中央気象台) 6 月 4 日～6 日・牡鹿 (同上) 6 月 3 日～4 日・春風丸 (同上) 5 月 26 日・27 日 (以上は THE RESULTS OF MARINE METEOROLOGICAL AND OCEANOGRAPHICAL OBSERVATIONS No. 14) の観測結果。

*2 用いた資料は明洋丸 (海上保安庁水路部) 5 月 13 日～28 日 (海洋概報昭和 30 年第 2 号 海上保安庁水路部)・春風丸 (神戸海洋気象台) 5 月 15 日～19 日 (THE RESULTS OF MARINE METEOROLOGICAL AND OCEANOGRAPHICAL OBSERVATIONS No. 16) の観測結果。

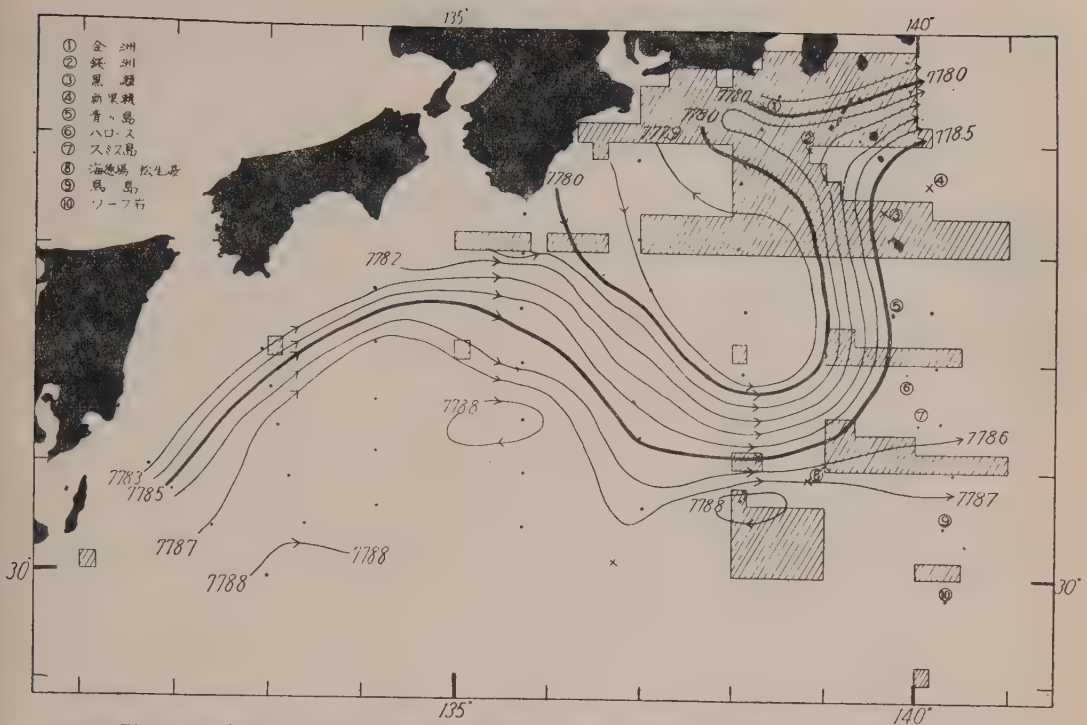
*3 用いた資料は明洋丸 5 月 13 日～27 日 (海洋概報 昭和 31 年第 2 号)・牡鹿 5 月 19 日～25 日・春風丸 5 月 12 日～24 日 (以上は THE RESULTS OF MARINE METEOROLOGICAL AND OCEANOGRAPHICAL OBSERVATIONS No. 19) の観測結果。



第7図　昭和 29 年 5 月 24 日～6 月 6 日の 100m 層の水温分布。斜線を引いた部分は各緯度経度 1 度枡目内の漁獲量を示して居り、緯度経度 10 分枡目が 1 万貫（4 月・5 月・6 月 3 カ月の集計）に対応する。瀬の番号については第8図参照。



第 6 図　昭和 29 年 5 月 11 日～15 日のカツオ漁獲位置（瀬で漁獲したものを除く）。

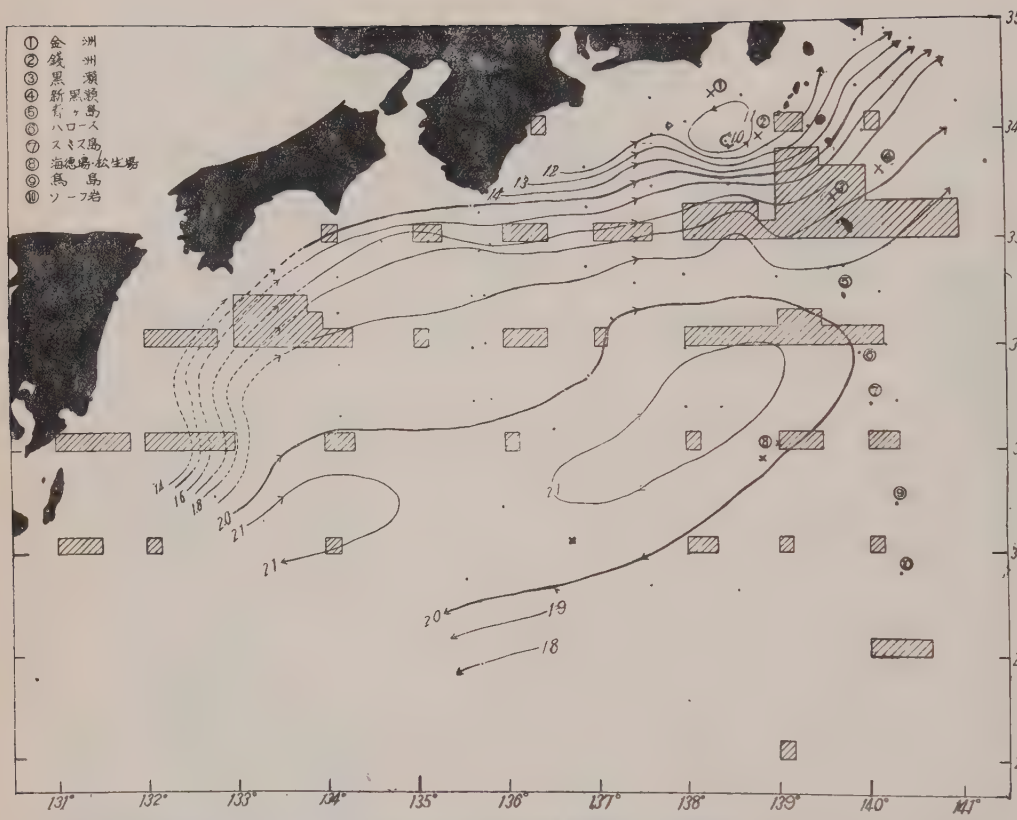


第 8 図　昭和 30 年 5 月 13 日～28 日の 800d.b. 層を基準にした表面のダイナミツク・メーターの分布。斜線を引いた部分については第 7 図の説明を参照。

又 29°N 以北の 135°～141°E の漁獲量の 4 月・5 月・6 月についての集計を第 5 図に示す。これから冷水塊の発達の程度が漁況に非常に大きな関係を持つていることが明らかである。

各年に於て 10 万貫以上を漁獲した枡目をみると、冷水塊の発達した昭和 29 年と 30 年には冷水塊の東側から北側（遠州灘）にかけて分布して居り、宇田[14]が“カツオ漁場は冷水塊の東側より北側にかけて発達”すると述べているのと一致している。このもつとも漁獲の多い水域の性格を検討すると、30°－31°N, 138°－139°E の海徳場のある枡目から列島線の多くの瀬を含む枡目に連り、更に北側の 33°－34°N, 133°－139°E（銭洲がある）・34°－35°N, 138°－139°E（金洲がある）および 34°－35°, 137－138°E（大王崎沖の瀬がある）の枡目に続き、すべて瀬の存在する枡目となつている。冷水塊の東側の部分は黒潮の主流が直接に瀬を洗つている水域であり、流れと瀬の存在（複雑な海底地形）という二つの条件が満足された場合に漁場価値が高いことがわかる。更に北側の遠洲灘の水域は黒潮の分派が入り込んで時計廻りの渦流を形成している袋状水域であつて、この部分の漁獲量がもつとも多い。このことは、瀬プラス袋状水域* という条件が漁場形成に非常に影響することを示している。昭和 31 年の場合には冷水塊が発達せず、黒潮は直接に東へ向つているが、この場合には銭洲のある 33°－34°N, 138°－139°E, 黒瀬、八丈島、御蔵島のある 33°－34°N, 139°－140°E および新黒瀬のある 33°－34°N, 140°－141°E でもつとも漁がよい。

* 遠州灘へ入つた魚群は潮境と陸岸の圧迫により濃密となる。



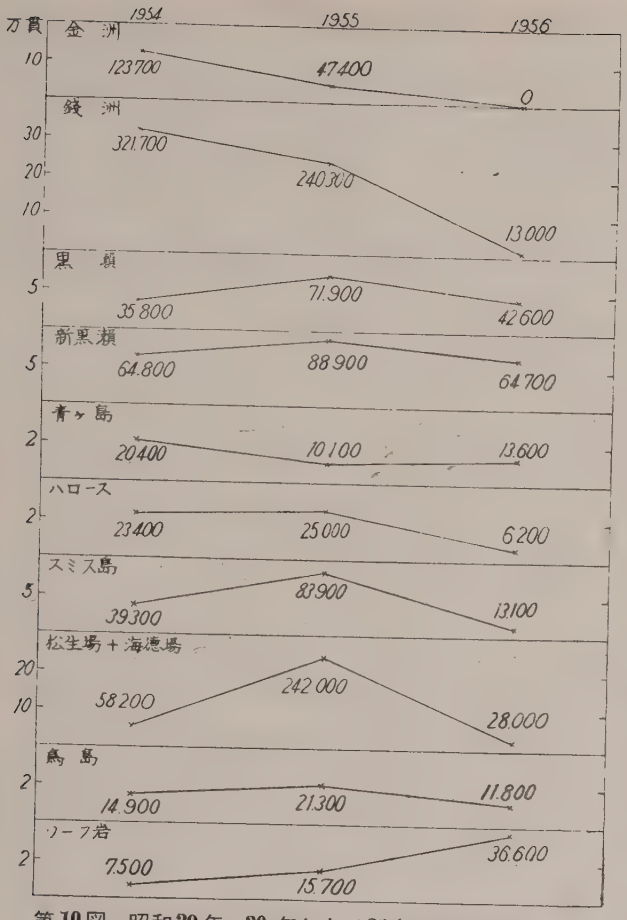
第 9 図　昭和 31 年 5 月 13 日～27 日の 800d. b. 層を基準にした表面のダイナミツク・テプスのアノマリーの分布。斜線を引いた部分については第 7 図の説明を参照。

冷水塊のある場合、両側に漁場があまり発達しない理由として、宇田[14]は強流により滞泳することが少いことをあげているが、それと共に瀬という条件および袋状水域という条件が無いことが大きな理由であることは明らかである。**強流ということよりも、むしろ流れの定常性ということが漁場形成に対してよい条件を与えていないのでむつて、流れが時間的にも空間的にも複雑に変化することが漁場形成にとつて重要なのである。**結局、冷水塊の発達している場合に紀南海区で漁獲量が大きいのは、潮境水域が長いことと共に、瀬の水域が流速の大きな黒潮主流によつて洗われ、又遠洲灘の瀬のある、海底地形の複雑な水域に黒潮が袋状に入り込むためであるといえる。

第 7 図・第 8 図および第 9 図には瀬付性のものも回游性のものも含めた総漁獲量を示してあるが、黒潮の流路の変動が瀬についているカツオの漁獲量にどういう影響を与えているかをみるために主要な瀬における各年の漁獲量（第 10 図）と、冷水塊の発達している昭和 29 年および 30

第 6 表　$\frac{(\text{昭和 29 年の漁獲量})+(\text{昭和 30 年の漁獲量})}{2\times(\text{昭和 31 年の漁獲量})}$ の値（4･5･6 月の集計）。

金洲	銭洲	黒瀬	新黒瀬	青ケ島	ハローズ	スミス島	海徳場・松生場	鳥島	ソーフ岩
	21.6	1.3	1.2	1.1	3.9	4.7	5.4	1.5	0.3



第10図　昭和29年・30年および31年の各瀬での漁獲量

年と発達していない 31 年の漁獲量の比較(第6表)を示した。北からみて行くと、金洲および銭洲で、黒潮の流軸の変動による影響がもつとも強く現れることがわかる。すなわち金洲では、冷水塊の発達していない昭和 31 年には全く沿岸水に覆われているため(第9図)漁獲は皆無であり、銭洲ではごくわずかしか漁られていず、冷水塊の発達している年の 1/20 以下となつている。次に黒瀬・新黒瀬および青ヶ島をみると年変動が非常に小さい。これは冷水塊の発達如何にかかわりなく、常に黒潮の流路に当つているためである。更に南下してハロース・スミス島と行くにつれて、29 年・30 年と 31 年の差は次第に大きくなり、冷水塊の発達している場合の黒潮の彎曲の強い部分にあたる海徳場・松生場ではもつとも大きく変動を受けていることがわかる。更に南に下つて鳥島・ソーフ岩となると、もはやここでは黒潮の流軸の変動と関係が少いため、鳥島ではふたたび年変動が小くなり、ソーフ岩ではむしろ昭和 31 年の場合がよく、漁獲量の変動を別の原因に求めなければ説明出来ないのである。以上のように、紀南の冷水塊の発達の度合は島や瀬の周辺に好適な漁場条件を作り出すと共に、瀬付性の魚の漁獲も大きくなる。強い流れが島の周辺又は瀬の上を通過する結果は当然中層水の湧昇をもたらし Thermocline を表面近くに持ち上げるわけで、強流のある場合に瀬の漁況がよいという事実は潮境域にカツオ漁場が形成されるという事実に対応して居り、カツオ漁場が暖水が表面を薄く覆つた水域に形成されることを示して居り、同時に又カツオが環境条件の変動によく耐えることを示している*。

第7表　昭和29年の紀南海区漁場における回游性カツオの水温別漁獲量（単位：貫）。

水　温	4 月	5 月
18°C	2,200	600
19°C	**20,500**	15,700
20°C	16,900	32,800
21°C	**34,100**	**90,100**
22°C	24,900	41,100
23°C		5,600
24°C		6,000

* カツオという魚種が温度・塩素量および酸素量の極めて広い範囲に適応することは、たとえばビンナガ（川崎[2)3)]）に比較してカツオの分布範囲が赤道地方から、親潮前線域にまでまたがり、又カツオ・マグロ類にみられるすべての群態を平均的にとり得ることから当然に帰結されることである。

次に潮岬以西の漁況について検討してみる。第8図と第9図を比較すると、昭和 31 年には都井岬沖に冷水塊が出現して居り、ここに反時計廻りの渦流が形成されている（第 5 図参照）。黒潮はこの冷水塊の存在のため、北上分派が足摺岬に強く突つかけている。昭和 30 年の場合には冷水塊が存在しないため、黒潮の足摺岬への接岸の程度は弱い。都井岬から足摺岬へかけての両年の漁況を比較すると、潮岬以東の場合とは逆に、昭和 31 年が非常によい。このことはすでに詳述したことと同じく、渦流の存在および黒潮が直接に岬角を洗うことが漁場形成に大きな関係を持つていることを示しているのである。

漁獲の多かつた昭和 29 年について回游性のものの水温別漁獲量を示すと第7表のようになる。

IV. 總　　括

以上のことを総括すると次のようになる。カツオ漁場形成の第1条件は黒潮系の暖水が低温水の上に薄く張り出していることである。このような条件は潮境水域と瀬の周辺水域に見出されるのであつて、もつとも顕著には東北海区の極前線帯に見出される。東北海区が最大のカツオ漁場である理由はここにある。しかしながら、単にこれだけでは好漁場となることは出来ないのであつて、更にもう一つの条件が必要でああ。それは流れが時間的にも空間的にも複雑に変化することである。この好例は、沖合に冷水塊の発達する場合の遠洲灘であつて、この水域の流向流速の分布は複雑を極めるのである。南西諸島および伊豆諸島周辺の瀬付性漁場の場合にも、好漁場となるのはすべて黒潮が直接にその水域を洗う場合である。以上の事実はカツオが流動の激しい環境条件を好むことを示して居り、又適応性が大きいという事実によく対応しているのであつて、同じカツオ・マグロ類であるビンナガの場合（川崎[2][3]）と比較してみれば両者の差異が著しいことがわかる。

終りに当り、御指導をいただいた本所長木村博士に厚く感謝する。又漁況の聞き取りに参加された東海大学水産研究部および本所資源部の方々ならびに調査に協力された各漁船の乗組員・魚市場の方々に感謝する。

V. 要　　約

1. 西南海区および紀南海区について、カツオ漁場成立の条件および漁況の変動について考察した。
2. 西南海区の漁場は、五島灘漁場・トカラ漁場・沖縄西漁場・台湾東漁場および台湾南漁場の5つに大別される。
3. 五島灘に於ける漁場の成立は、水温・塩素量の絶対値よりもむしろ、水温の上昇下降の状態、すなわち黒潮系水の強く五島灘へ流入する時期および100m あたり迄の鉛直安定度が 0 になり、水温が急降する時期に左右される。
4. トカラ水域がカツオの好漁場となるのは、大小多くの瀬のあるところを、流速の大きな黒潮主流が通過するためである。

5. 沖縄西の水域に漁場が形成されるのは、中間冷水によつて黒潮が圧迫され、強く列島寄りに流れるためである。

6. 紀南海区（潮岬以東）では、冷水塊の発達している時には、発達していない時に較べて、ずつと漁況がよい。漁況は特に冷水塊の東側と北側でよい。東側でよいのは、列島線の瀬の水域を直接に黒潮主流が洗うためである。北側でよいのは、黒潮系水が遠洲灘に入つて、北側は陸地南側は冷水で限られた袋状水域を形成するためであり、この水域にいくつかの瀬のあることが、更に好条件を与えている。

7. 潮岬以西では、都井岬沖の冷水塊の発達の程度が、漁況に大きな関連を持つている。

8. カツオ漁場形成の第1条件は、黒潮系の暖水が低温水の上に薄く張り出していることであり、第2の条件は流れが時間的にも空間的にも複雑に変化することである。

9. 以上のことから、カツオが流動の激しい環境を好み、適応性の大きな魚種であることが判る。

VI. 文　　献

(1) 川崎　健：東北水研報告、10.19～28 (1957)
(2) 川崎　健：東北水研報告、4,83～100 (1955)
(3) 東北海区水産研究所：海洋資源年報　昭和 26 年度　第 2 部　カツオ資源篇 (1955)
(4) 宇田道隆：東海黄海の海況、2,1～10 (1950)
(5) 宇田道隆：水試報、11,39～96 (1941)
(6) 辻田時美：東海黄海の海況、2,11～21 (1950)
(7) 宇田道隆：水試報、5,57～190 (1934)
(8) 辻田時美：西海水研報告、13,1～47 (1957)
(9) ODUM, E.P. (1953) FUNDAMENTALS OF ECOLOGY, PHILADELPHIA; W.B. SAUNDERS COMPANY
(10) 長崎県水産試験場：長崎水試資料、102 (1956)
(11) 長崎県水産試験場：長崎水試資料、107 (1956)
(12) 川崎　健：東北水研報告、9,69～109 (1957)
(13) 川崎　健：東北水研報告、10.30～46 (1957)
(14) 宇田道隆：水試報、10,231～278 (1940)

東北水研 研究報告
第 11 号
March 1958

海水密度の鉛直分布に於ける "密度逆転" に就いて※

黒 田 隆 哉

NOTES ON THE "INVERSION OF WATER DENSITY" IN THE VERTICAL DISTRIBUTIONS OF SEA WATER DENSITY

By
Ryuya KURODA

Recently by using BT, the continuously vertical distributions of water temperatures were made clear.

Among some types of the vertical distributions of temperature, there is a type that the temperature in the lower layer is rather higher than that in the upper layer.

Since these distributions of this type are found mostly in the mixing region (Transition Area) in the North-Eastern Sea Area along the Pacific Coast of Japan, these phenomena, or, the "inversion of water temperature" seem to concern the vertical and horizontal mixing between the sea waters of different properties.

To throw light upon these phenomena, it is important to know whether the density of the sea water in the upper layer is also larger than that in the lower layer.

But so far as is known, literatures dealting with these phenomena are scanty.

In this paper is reported the results of study on how many phenomena like that are found in the many data obtained by the method of reversing thermometers and bottles for the five years, 1947 to 1950, in the North-Eastern Sea Area along the Pacific Coast of Japan.

The following results with regard to the "inversion of water density" was made clear to some extent, namely, about the geographical and vertical distributions of these phenomena in the stated sea region.

1) These phenomena are very frequently found and so are not uncommon in the stated sea region.

2) As in the cases of the "inversion of water temperature", these phenomena are found in the northern part from 37°N (Kuroshio Area except in the vicinity of Kuroshio Front) more than in the southern part (Oyashio Area, Transition Area and contact zone between the Oyashio and Tsugaru currents).

From the geographical distributions of those phenomena, the cause of the "inversion of water density" were assumed to be due to the horizontal and vertical mixing between the waters of different properties.

※ 東北海区水産研究所業績 第115 号

3) These phenomena may be assumed to not occur more frequently in the layer of certain depths, but to occur similarly in any layer of depth.

緒　　言

近年BTによる水温観測がしきりに行われる様になり、これによつて海洋に於ける水温の鉛直分布を連続的に知る事が出来る様になつた。これ等の記錄によれば、水温の鉛直分布には、場所によつては下層の方がその上層よりも水温が高いという現象、即ち“水温の逆転”現象の見られる場合が屢々ある事が判つた(Kawai 1955、函館海洋気象台 1955)。この現象はこの観測点附近に於ける異質海水の混合過程を示すものと考えられ、海洋に於ける異質海水の境界、即ち潮境に於ける海水の動きを調べる上に重要な手掛りとなるものと思われる。所がこゝで問題になるのは冷水の下に暖水があるという状態が果して力学的に安定であるかどうかという事、つまり下層の暖水の密度がそれより上層の冷水の密度と較べて大きいか小さいかという事である。東北海区に於ける中冷層の下の暖水（中暖層）の場合は、下層の暖水の方が密度が大きいので層重状態は安定である。然し実際にBT* によつて観測される“水温の逆転”現象は、この中暖層以浅の場合にも非常に多数認められている。この様な場合にこれ等冷暖両海水の成層が安定か不安定かを知る為には、其の場所の塩分を知る必要があるが、現在迄この様な目的の細密な海洋調査は余り行われていない。

そこで著者はこの問題を研究するに当り、過去に於て採水器及び転倒寒暖計で行われた従来の観測資料に就いて、海水密度の逆転を示す現象がどの程度認められるかについて調べた所、東北海区では極めて多数の観測点でこの現象が認められたので、こゝにそれ等の地理的分布並びに鉛直分布につき吟味した結果を報告する。本文に入るに先立ち、御指導をいたゞいた本所長木村喜之助博士に厚く御礼を申述べる。

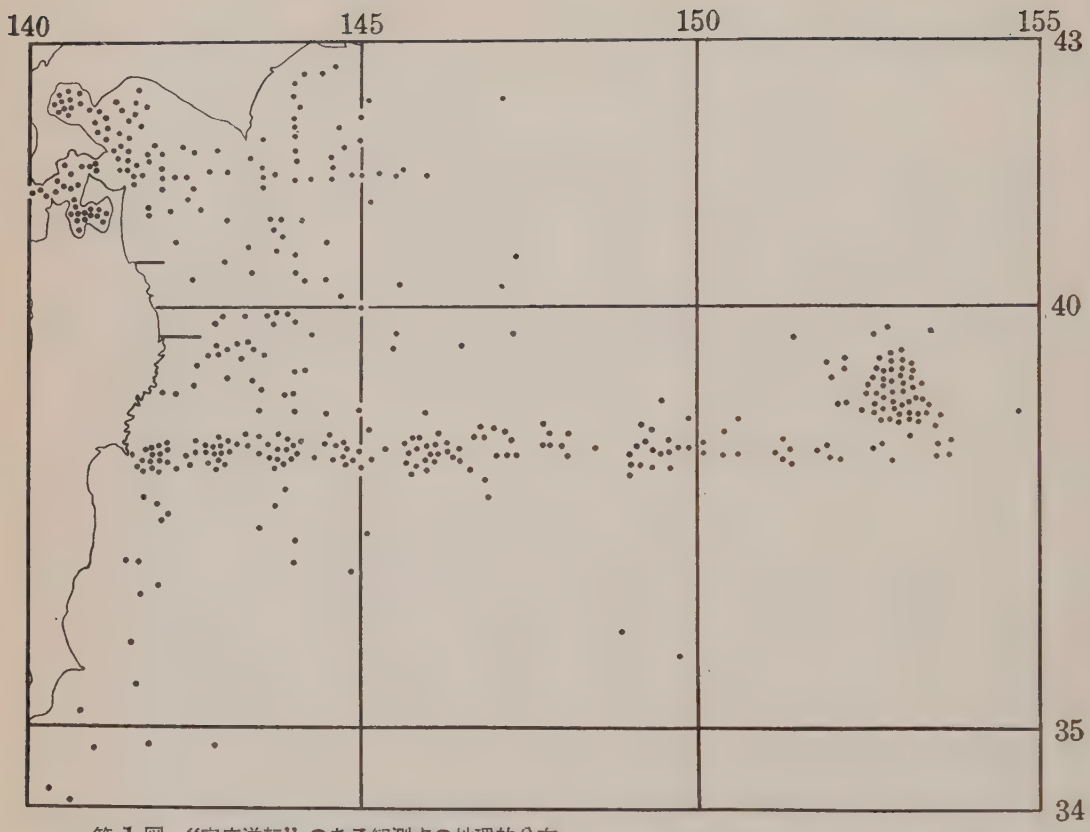
“密度逆転”の現象の出現状態

資料は気象庁(旧中央気象台)発行の THE RESULTS OF MARINE METEOROLOGICAL AND OCEANOGRAPHICAL OBSERVATIONS のNo. 1 (昭和 22 年)～No. 8 (昭和 25 年)の中から、東北海区に関するものを採つた。海水密度の鉛直分布の“密度逆転”は此の場合 $\sigma_{t,D}$ を計算する迄もなく、σ_t を比較する事で充分見出す事が出来る。東北海区に於いて σ_t の鉛直分布に逆転が認められる観測点の地理的分布を調べた結果は第1表及び第1図の様になる。尚第1図は密度逆転のある観測点だけを記入したものであるが、逆転のない観測点の分布も略これ等と重複している。これ等

第1表　密度逆転のある観測点の数の全観測点数に対する割合

海　　域	全観測点数	密度逆転のある観測点数	比
東北海区　全域	1964	761	38.7%
北緯 37 度　以北	1873	734	39.2%
北緯 37 度　以南	91	27	29.6%

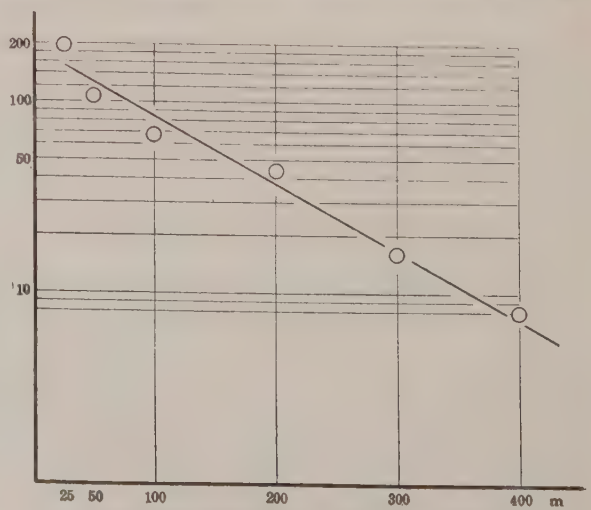
* BT による観測深度は普通表面から 150m 乃至 300m 位迄である。



第 1 図　“密度逆転” のある観測点の地理的分布
（図中北緯 40 度 30 分及び北緯 39 度 40 分の太線の附近には密度逆転のある観測点が多数ある事を示す）

から東北海区全域では総観測点数の 40% 近くに於てこの現象が認められ、本海域の海水の成層状態はかなり不安定なものである事が推察される。又この海域に於ける観測点は北部に多く、南部に少いが、大部分が黒潮系水で占められている北緯 37 度以南と黒潮・親潮の混合水域を広く含む北緯 37 度以北とに分けてこの現象の出現割合を比較すると第1表の様になり、混合水域に当る北部の海域にこの現象が多く認められる。

次ぎにこの様な現象が認められる頻度が深さとどの様な関係にあるかについて調べた結果を第2図に示してある。既述の資料の中には、最下層の観測層がごく浅いものや又観測層の深さが区々の場合があるので、こゝでは各層間の密度の逆転現象の出



第 2 図　“密度逆転” 現象の深さ別出現回数

現頻度を比較する便宜上、観測層の中最も普通に観測されている 25m・50m・100m・200m・300m・400m の各層について、夫々の層で“密度の逆転”している回数、即ち観測点の数を求めた。第2図は横軸に観測層の深さを、縦軸に其の深で“密度の逆転”が認められた観測点数の対数を採つてある。これによると従来の観測方法では“密度の逆転”現象は上層程多く、下層に行くに従つて指数曲線的に少くなつている。

考　　察

以上の解析に用いた資料は元々本題の研究目的のために計画実施された観測値ではない為、其の観測範囲・位置・時期・方法等にはかなりの偏りがあり、東北海区に於ける“海水密度の逆転”現象の出現する点の地理的分布・季節的分布等を深く吟味する事は困難であるが、上述の資料が東北海区のかなり広範な海域を長年月に亘り繰返し観測した資料である事から、これによつても或る程度東北海区に於ける海水密度の鉛直分布の異常を知る事が出来る。

1) “密度逆転”がある観測點の地理的分布

上述の結果によると、東北海区に於てはこの様な現象は極めて頻繁に認められるものであり、特に北緯37度以北に多い。川合はBTによつて得られた資料から水温の逆転現象を論じ(Kawai 1955)、「塩素量の充分な観測値がないためその成因や水平的な拡がり等については不明であるが、この現象が夏季黒潮前線附近、黒潮系水と親潮系水との混合水域、親潮前線附近、親潮と津軽暖流との接触部、金華山沖に出来る冷水塊とその周囲の比較的高温な水帯との境、暖水塊とそれを取囲む親潮冷水との境等に多く発見され、東北海区南部の黒潮系水域にはこの現象は殆ど認められない」と述べ、このことから「親潮水域の北部に現われる場合は別として、一般にこの現象が異質水塊の水平混合に起因するものであらう」と見ている。“密度の逆転”現象について筆者が得た上述の結果も又南に少く北に多いから、“水温の逆転”現象の場合と一致している。

“密度が逆転”しているという事は、其処の海水の成層状態が不安定であるという事であり、これはその水域に擾乱があつて、上下の海水が入り乱れていたり、又相接する異質水塊との間に水平混合が盛んに行われつゝある事を示している。異質海水の潮境に於ては大小様々な無数の渦の発生・消滅、海水の湧昇・沈降が盛んに行われ、又周囲の異質海水と激しく入り乱れて両海水の混合が起つているものと考えられているが、東北海区の北部海域は南部に較べて異質海水、即ち黒潮・親潮・津軽暖流各水系の潮境が顕著に発達する所であり、従つてこの海域を観測すると、水塊の鉛直及び水平混合に起因する“水温や密度の逆転”現象を屢々観測出来る筈である。

2) “密度逆転”の頻度と逆転層の深さとの関係

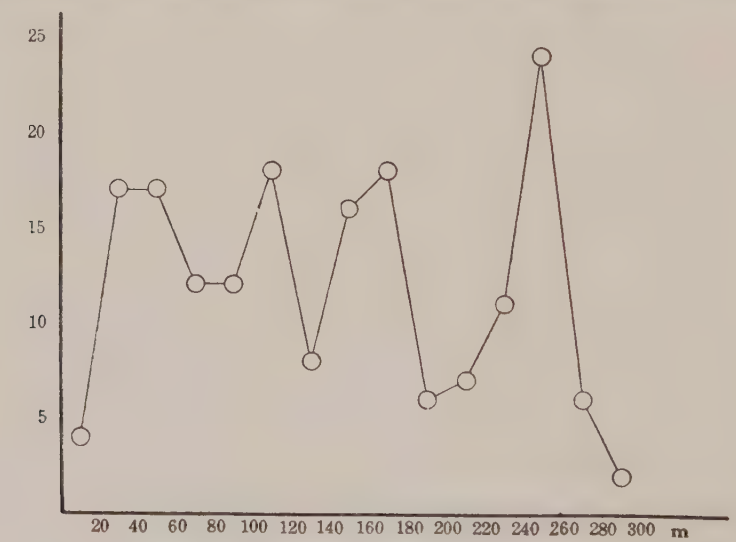
既に述べた様に逆転現象は下層にゆくに従つてその発見回数が指数曲線的に減少している。然しこの事から、“密度の逆転”現象が上層程起り易く、下層では起り難いという事は出来ない。その理由は観測方法の偏りに関するものである。即ち観測層の採り方が 0m・10m・25m・50m・100m という様に、観測層間の間隔が一定でなく、上層に較べて下層が幅広くなつている事である。今こゝで見ている“密度の逆転”は、或る層の σ_t の値がそのすぐ上層の σ_t の値よりも小さ

い事であるから、25m 層に於ける逆転は 10m 層の σ_t に較べての事であり、100m 層に於ける逆転は 50 m 層の σ_t に較べての事である。従つてすぐ眞上の観測層との間隔が大きくなればなる程、逆転現象を発見する機会は少くなるわけである。従つて発見回数は観測層の幅に逆比例すると考え、25m層を 1 とすれば各層の発見比率は第 2 表第 3 行の様になり、又実際の発見比率は 25m 層の場合を 1 とすれば第 2 表第 4 行の様になる。従つて両者の比は第 2 表第 5 行の様になり、上層から 200m 層位迄の間では先きに述べた結果が観測層の採り方によるものである事が判り、結局この範囲ではどの層に於ても "密度の逆転" は同じ様な割合で出現している事になる。中暖層(200m 乃至 300m) 以深の場合は実際にも出現回数は少いものと思われる。

第 2 表 "密度逆転" 現象の深度別出現状況

観測層	25m	50m	100m	200m	300m	400m
観測層の間隔	15m	25m	50m	100m	100m	100m
理論上の発見比率	1.00	0.60	0.30	0.15	0.15	0.15
実際の発見比率	1.00	0.56	0.35	0.22	0.08	0.04
両者の比	1.0	0.9	1.2	1.5	0.5	0.3

更に昭和 31 年 7 月 20 日～30 日に実施された水産庁調査船蒼鷹丸による三陸近海カツオ漁場調査（東北海区水研 1957）の際に得られた多数の BT* 資料から、"水温の逆転" 現象の深度別出現回数につき、深度を 20m 宛に区切つて調べて見ると第 3 図の様になる。この図で 260m



第 3 図 "水温逆転" 現象の深さ別出現回数

附近にある峯は、恐らく三陸近海の中暖層のためと考えられるが、これより浅い所では、どの深さの所に逆転現象が多いというはつきりした傾向はない。

摘　　要

気象庁（旧中央気象台）発行の THE RESULTS OF MARINE METEROLOGICAL AND

* 300m 用

OCEANOGRAPHICAL OBSERVATIONS の No. 1 (昭和 22 年)～No. 8 (昭和 25 年) の東北海区の観測資料から海水密度の鉛直分布に就いて "密度の逆転" (上層が重い事) しているものを探し出し、逆転現象の多い点の地理的分布及び逆転層の深度別出現頻度につき考察し、次ぎの結論を得た。

1) "海水密度の逆転" 現象は観測点数の約 40% の点で認められ、東北海区では少しも珍らしい現象ではない。

2) この現象は水温の鉛直分布に見られると同様に、その大部分が黒潮系水で占められる北緯 37 度以南に於て少く (29.6%)、親潮・津軽暖流・黒潮の各水系が互に相接する潮境並びにこれ等の混合水域を含む北緯 37 度以北に多く (39.2%)、"密度の逆転" 現象が異質海水の盛んな水平・鉛直混合に起因するものと推定された。

3) "密度の逆転" 現象は少くとも中暖層より上層 (表面から大体 200m～300m 層迄の間) では、特にどの層に多く起るという事はなく、むしろどの層でも大体同じ程度の出現率を示していると見た方がよいようである。

参　考　文　献

Kawai, H. (1955) Notes on the Inversion of the Upper Water Temperature in the Waters to the Northeast of Japan in Summer. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. (6) 71–80

海洋速報 No. 50 (1955)：函館海洋気象台

海洋観測成果表 (1957)：東北海区水産研究所海洋資源部

東北水研　研究報告
第 11 号
March 1958

塩酸による種ガキ採苗器の洗滌について※

菊地省吾・佐藤重勝
奥田泰造・谷田專治

ON THE CLEANING OF THE OYSTER-SPAT COLLECTOR BY HYDROCHLORIC ACID.

By
Syogo KIKUCHI, Shigekatsu SATO,
Taizo OKUDA and Senji TANITA

When the collectors were set in the sea at an unsuitable time and contaminated by various attaching organisms, the attachment of oyster-spats is prevented by various fouling organisms, even if the next peak of the oyster-larvae occurred.

Numerous oyster-spats, which attached on the collectors, died in Matsushima Bay in 1957. This work was, therefore, undertaken to examine the method of rooting out the fouling organisms.

The cleaning by HCl was most effective to the recovery of the attaching rate of oyster-larvae on the polluted collectors, comparing with the other reagents.

The attaching organisms on the collectors that were soaked in 1 N. HCl for 7–10 seconds, were rooted out and most of the oyster-spats remained there without deaths.

New spats attached in the sea on the above-mentioned cleaned collectors, are 70–80 more in number per collector shell than those on the untreated collectors.

The method is comparatively easy and the cost of the reagent is cheap (¥ 2.2 per a "Ren" of scallop shell collectors) therefore it may be utilized practically.

緒　　言

種ガキ採苗器は、海中に投入してからの経過日数が長くなるほど、色々な動植物が附着して種ガキの附着率が低下する。その為に松島湾では稚貝の附着の山が、2,3 回みられる年でも、投入後 10 日間位の間に稚貝が附着しない場合には、採苗は失敗に終ることが多い。一度海中に投入し色々な附着生物によつて汚染された採苗器でも、次の稚貝の附着の山が現れる直前にその汚れを除去する事が出来るならば、採苗の失敗も少くなるのであろう。これまでは、採苗器に附着した附着生物などの汚れを除去する簡便な方法が見当らなかつた為の手の施し様がなかつた。この事が種ガキの生産を不安定にする一因にもなつていた。

ところで、1957 年の松島湾に於ける種ガキの採苗は、採苗器の投入が 7 月 26 日から 30 日頃までに行われ、稚貝の附着は 7 月 31 日から 8 月 5 日頃にわたつてみられた。その結果湾内の各採苗場とも稚貝の附着状況は極めて良好であつた。然し、8 月中旬には湾内各地とも附着稚貝の斃

※ 東北海区水産研究所業績 第 116 号

死が甚しく、附着数は原板1枚当り数個に減少するという状態が、かなり広い範囲にわたつてみられた。また、採苗器の原板には、附着硅藻が大量に繁殖して褐色を呈し、その上、コケムシ・フジツボ・セルプラ・複合ホヤなどの附着もみられ、極めて憂慮すべき状態になつた。一方湾内の水温や塩分はカキの浮游稚貝の発生に良好な条件を保つていたので、調査の結果では8月下旬に再び稚貝の附着の山が豫想された。

海中に投入された採苗器が附着生物によつて汚染される事は、例年起きていることであるが、1957年は特に甚しかつた。この附着生物による汚れの程度や内容は地域的に多少異つていたが、各地区に共通して顕著に現れた種類はCocconeis属の硅藻であつた。この硅藻の附着した採苗器は肉眼的には原板の表面を褐色に染めているだけであるが、顕微鏡的観察によると、長徑が5～40μの大きさの個体と褐色の微粒子が多量に附着していた。硅藻の密度は原板の周辺部ほど高く、多いところでは1cm^{2}当り10万個体以上の附着がみられた。褐色微粒子は大きさが2, 3μの不整形で原板の全面に無数に分布しており、原板が褐色を呈する主な要因と思われる。またこの微粒子は硅藻の附着密度の高い部分に、より多量に附着しているので硅藻による分泌物ではないかと思われる。これらの硅藻及び褐色微粒子は皮膜状になりあたかも絨毯を敷きつめたように原板の表面を覆つていた。したがつてカキの稚貝は比較的大型に成長し原板の表面を占據する複合ホヤ・フジツボ・コケムシ・セルプラ等だけでなく、硅藻皮膜によつてもかなり附着が妨げられるものと思われる。ところでこれらの附着生物の大部分は、単にその生命を絶つただけでは死骸が原板に附着残存し容易に脱落する事は期待出来ないので、たとえこれらの生物を有毒な薬液を用いて殺したとしてもカキ稚貝の附着率を充分回復させ得ないものと思われる。そこで著者等は採苗器の原板に用いているカキ殻やホタテ貝の殻の主成分が炭酸カルシウムであることから、採苗器を酸の溶液に浸し附着生物を殺すと共に、原板の表面を溶解させるならば容易にその死骸も除去出来るであろうという想定の下に実験にとりかかつた。

実　驗　結　果

採苗器に附着した生物の駆除方法の効果判定は、実際に汚染された採苗器を処理して、その後の稚貝の附着量を比較しなければならないのであるが、先に述べた様に、この研究にとりかかる時はすでに数日後に新しい稚貝の附着の山をひかえており、時間的餘裕がなかつたので、先ず、塩酸・硫酸・硝酸・醋酸等の貝殻に対する反応について簡単な豫備実験を試み、その結果塩酸及び硝酸が有望であつたので、硝酸よりも安価に入手出来る塩酸を用い直ちに実際の駆除実験を行つた。その結果は後で述べる様に極めて良い成績が得られたのであるが、塩酸の場合は、生残つているカキの稚貝も斃死させる可能性があるので、酸の濃度及び処理時間と稚貝の斃死率についても検討した。また、酸以外の薬品については実際の種苗の附着率でもつて比較することは出来なかつたが、硅藻皮膜の除去程度については2, 3の薬品について比較した。以下それらの実験結果を順次述べる。

実験 I.　汚染採苗器の塩酸による洗滌実験

松島湾に於ける第2回目の種ガキの附着は8月21日頃から始つたので、同月24日、松島湾桂島地先の採苗場に垂下してあつたホタテ板の採苗器 40連、カキ板 100連について塩酸による洗滌を試みた。

その方法は市販の工業用塩酸（比重 1.18）を海水で約10倍に稀釈した液 150 L を木製の水槽に用意し、採苗器を水中から取上げて直ちにその液に浸し、7～10 秒後に液から取上げ再び元の採苗棚に垂下した。この操作によつて、原板の表面に附着していた硅藻の皮膜は約半分が剝離し眞白い貝殻を露出させており、残りの部分も指先で僅かに触れるだけで、容易に剝離する狀態になつていた。この様にして塩酸による洗滌を施した採苗器は、翌25日には硅藻皮膜をはじめ、セルプラ以外の附着生物はほとんど完全に除去されて居り、しかも多数の種ガキの附着が認められた[1]。一方洗滌しなかつた採苗器は、連の上層部の比較的汚れの少い部分には稚貝の附着がみられたが、中・下層の汚れの甚しい部分にはほとんど稚貝の附着は認められなかつた。

第1表　塩酸による洗滌後の種ガキ附着数とその組成

		ホタテ板		カキ板	
		洗滌	非洗滌	洗滌	非洗滌
層別附着個体数（原板一枚当）		個	個	個	個
	上層	152.1	59.9	170.4	72.4
	中層	111.9	44.0	91.4	14.0
	下層	113.8	29.4	75.9	5.9
	平均	127.1	51.2	117.7	33.9
附着数組成		個 %	%	%	%
	0～10	0	8.1	0	40.6
	11～30	0	29.8	4.0	26.6
	31～50	0	21.6	11.0	4.7
	51～	100.0	40.5	85.0	28.1

第2回目の稚貝の附着は8月末まで続き、稚貝の附着量が多かつたので実験結果は極めて良好な成績を得ることが出来た。塩酸による洗滌後1ケ月餘経過した10月2日に稚貝の附着数を測定した結果は第1表に示した様に洗滌した連は原板1枚当りの附着数で、カキ板・ホタテ板とも非洗滌の原板よりも平均 70～80 個の附着増加がみられ又附着数の組成の点からみてもむらがなく優秀な種苗であつた。

実験 II.　酸の濃度及び洗滌時間と稚貝の斃死率との関係

実験Ⅰの結果で明らかな様に、附着生物で汚染された種ガキ採苗器を塩酸溶液で洗滌する事は稚貝の附着率の向上に極めて有効であることが実証された。塩酸を用いる場合には、以前に附着して生残つている稚貝の貝殻も溶解するので、酸の濃度や処理時間によつては稚貝も斃死する事が充分考えられる。実際的な問題としては、たとえ少数でも生残つている稚貝を死滅させないことが望ましいので、酸の濃度及び洗滌時間と稚貝の斃死率との関係について、あらためて実験を行つた。

斃死率の測定に用いた種ガキは、8月下旬以降に附着したもので（殻高1～7 mm）稚貝が100 個体以上附着しているホタテ板である。塩酸の濃度及び処理時間は第2表に示した様に塩酸の濃度は 2.06 N から 0.196 N までを5段階（A～E）にし、処理時間は濃度と処理時間の積が、ほぼ縦欄では一定に、横欄では等差的になる様に設計した。塩酸の稀釈には海水を用い溶液

1）この実験に用いた採苗器には、硅藻皮膜・複合ホヤ・セルプラ・コケムシ等が多く附着して居りフジツボは少なかつた。

の温度は 25～27°C に保つた。実験の順序は最初濃度 2.06 N の液 (A) を 3 L 作り、それに上述の原板5枚を浸し、それぞれ第2表 A の 5…105 秒の浸水時間後に取上げた。処理の終つた液は全量を更に海水で B 液の濃度に稀釈し、前回と同様5枚の原板をそれぞれ所定の時間浸水処理した。以下同じ要領で C•D•E と順次海水で稀釈して用いた。この様にして溶液の量はほぼ酸の濃度に逆比例させたが、これはそれぞれの溶液の処理中の濃度変化の相対的な値をほぼ一定に保つためである。処理の終つた原板は直ちに水洗し、海中に戻し1週間経過した後で、生死個体数を測定した。その結果は第3表に示した様に各濃度とも、処理時間が長くなるほど斃死率が高

2表　実験に用いた塩酸の濃度と浸水時間表

単位＝秒

	塩酸濃度	I	II	III	IV	V
A	2.06 N	5	30	55	80	105
B	1.03	10	60	110	160	210
C	0.77	14	86	157	229	300
D	0.497	20	120	220	320	420
E	0.196	50	300	550	800	1050

第3表　稚貝の斃死率（%）

	I	II	III	IV	V
A	6.7	55.6	83.0	98.1	96.7
B	3.7	57.1	83.5	81.9	97.9
C	15.1	59.4	80.9	91.1	93.7
D	2.1	25.0	71.4	79.5	93.8
E	8.0	15.9	66.1	71.1	82.9

くなる傾向の値が得られた。ところで、I～V の縦欄は先に述べた様に濃度と処理時間の積がほぼ等しくなる様に定めてあり、理論的な酸の消費量もほぼ一定になる様に定めたのであるが、I の欄以外の II～V 欄では何れも溶液の濃度が低いほど斃死率が低下する傾向にあり豫期しない結果が得られた。しかし実際の各原板の酸消費量をそれぞれの実験の前後の溶液の濃度差を基礎にして、それぞれの原板の処理時間で比例配分して求めると原1板枚当りの酸消費量は第4表の様になり、理論的に得られる値とはかなりの相違がみられる。この理由は明らかではないが、第4表の各原板消費量と斃死率との間には第1図の様に斃死率は塩酸の消費量に対応した一定の関係をもつていると認められるので、稚貝の死斃率は一応酸の消費量によつて一元的に規定されているものと考えて差しつかえないものと思われる。

第4表　1 原板当りの塩酸消費量推定値（g）

	I	II	III	IV	V	溶液濃度 実験前	溶液濃度 実験後	溶液量
A	0.30	1.79	3.28	4.77	6.26	2.06N	1.91N	3.0 L
B	0.28	1.71	3.14	4.55	5.98	1.03	0.952	5.5
C	0.24	1.50	2.73	3.98	5.22	0.770	0.716	6.8
D	0.20	1.19	2.19	3.19	4.18	0.497	0.466	9.7
E	0.15	0.89	1.64	2.38	3.13	0.196	0.186	22.5

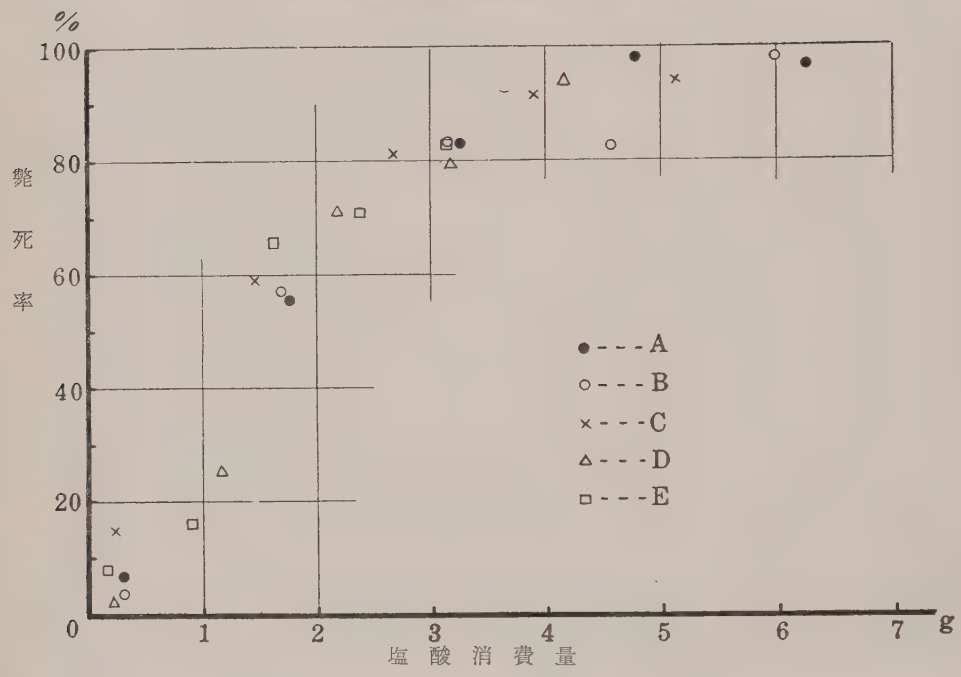
稚貝の大きさと斃死率との関係は特に吟味しなかつたが、上述の実験でそれぞれの原板の酸消費量とその原板に生残つている最小個体の大きさは第5表の様になつて居り、豫想される事ではあるが、酸消費量の多いものほど最小個体はより大きい傾向がみられる。勿論表の値より大きな個体も多数斃死して居り、消費量の多い原板では大部分の個体が斃死して

第5表　原板1枚当りの塩酸消費量と最小生残個体の殻高

塩酸消費量	0～0.5 g	0.51～2.0	2.1～3.5	3.6～5.0	5.1～6.5
平均殻高	1.00mm	1.25	1.57	1.60	2.00

いるのであるから、むしろ偶然的に生残つたものと考えられる。

第1図　塩酸消費量と稚貝の斃死率との関係



実験 III.　2, 3 の薬品の洗滌効果の比較

汚れた採苗器の塩酸による洗滌が稚貝の附着率に顕著な効果のある原因は、主として硅藻皮膜などの附着生物を原板から根こそぎ除去することによると考えられるので、硅藻皮膜を指標として、2, 3 の薬品の洗滌能力を比較実験した。

この実験では原板の処理時間を何れも 26 分間に限定し、処理後は海中に垂下して翌日及び5日後に皮膜の除去程度を観察した。

その結果は第6表に示した。塩酸及び硝酸は極めて顕著な洗滌能力をもつているが、硫酸の場合は効果が微弱である。これは硫酸と貝殻の炭酸カルシウムが反応して生ずる硫酸カルシウム溶解度が低いためであると考えられる。塩酸や硝酸の場合に顕著な効果があるのは、塩酸や硝酸が炭酸カルシウムと反応したときに生ずるカルシウム塩は水に容易に溶けるので、貝殻の表面の分解が進行し、又同時に発生する炭酸ガスの気泡によつて皮膜の原板からの分離が物理的にも促進される為であると考えられる。

第6表　薬品による洗滌効果の比較
（＋印の多いものほど洗滌効果が高い）

薬品	濃度	洗滌効果 1日後	洗滌効果 5日後
苛性ソーダ	1.0 N	—	—
	3.0 N	—	—
晒粉	0.3 %	—	—
	3.0 %	—	—
過酸化水素	3.0 %	—	—
硫酸	0.25 N	＋	＋＋
	0.5 N	−	＋＋
	1.0 N	±	＋
	3.0 N	＋＋	＋＋＋
硝酸	0.25 N	＋	＋＋
	0.5 N	＋＋＋	＋＋＋
	1.0 N	＋＋＋	＋＋＋
塩酸	0.25 N	＋	＋＋
	0.5 N	＋＋＋	＋＋＋
	1.0 N	＋＋＋	＋＋＋

過酸化水素・晒粉・苛性ソーダの場合には、5日後に於ても皮膜は全く除去されなかつた。ただ過酸化水素と晒粉の場合には、皮膜の褐色が僅かに褪色したのが認められた。

考　　察

塩酸や硝酸以外の生物に有害な他の薬品を用いても、附着生物のみを選択的に死滅させ、その遺骸を特に除去しない場合でも或る程度稚貝の附着率を回復させ得るものと思われるが[1]、今回は時間的餘裕もなく塩酸以外の薬品による処理の実際の洗滌効果については調べることが出来なかつた。しかし塩酸や硝酸の作用のメカニズムからみて、汚れた採苗器の洗滌では、これらの薬品による洗滌に比肩し得る様な方法を期待する事は無理であろうと思われる。

実験Ⅱで用いた原板にも硅藻皮膜が形成されてあつたが、その皮膜は処理後1週間では総ての原板から完全に除去されていたが、処理直後の皮膜の剝離状態は、酸消費量が同じ場合には濃度の低い液で洗滌したものほど、皮膜の剝離の程度が少く、最も濃度の低いEグループ及び D_1 はほとんど皮膜は剝れなかつた。したがつて低濃度で処理したものほど、海中に戻してから皮膜が完全に除去されるまでの時間が長かつたものと思われる。この様に酸の濃度が低下するほど硅藻皮膜の洗滌効果も低下する様であるが、これは酸の濃度の差異に基ずく炭酸ガスの発生速度の差異によるものと考えられる。

実際に塩酸で採苗器を洗滌する場合には、作業の能率の上から酸の濃度は 1～1.5 規定（海水 10 に対し市販工業用塩酸 1～1.5）が適当であろう。この濃度では実験Ⅰで実証された様に洗滌時間は 5～10 秒で充分であり、原板1枚当りの酸消費量は約 0.3 g である。（第4表参照）また、原板1枚当りの酸消費量が 0.3 g 程度であれば、原板に稚貝が附着していたとしても、その斃死率は 10％ 内外でほとんど問題にならない。この場合採苗器1連当りの薬品代はホタテ板で 2.2 円であり（原板がカキ殻の場合はこれより少額）、現在優良な種ガキの生産者売価はホタテ板 100 円、カキ板で 70円であるから塩酸による洗滌は経済的にも充分実用に供し得ると考えられる。

摘　　要

従来、種ガキの採苗器は投入時期を誤つたり、或は附着した稚貝が斃死したときには、その後再び稚貝の山が現れても、色々な附着生物によつて採苗器が汚染され稚貝の附着が妨げられていた。1957年度の松島湾に於ける附着稚貝の大量斃死を期に筆者等はこの附着生物の駆除方法を研究し、稀塩酸による洗滌が、附着生物によつて汚染された採苗器の種ガキ附着率を回復させる上で顕著な効果のある事を発見した。

約1規定の塩酸溶液で7～10秒間洗滌した採苗器では、残存していた稚貝はほとんど死滅することはなく、他の附着生物のみがほぼ完全に除去され、洗滌しなかつた連に比較して原板1枚当り 70～80 個の種苗が多く附着した。この方法は作業も比較的簡単であり、薬品代はホカテ板 1 連当り 2.2 円で、充分実用に供し得ると考えられる。

1) 附着生物で汚れた採苗器を日光に充分あてて乾燥させると稚貝の附着率が或る程度回復することは従来経験的に知られていた事であるが、この方法は手間がかかるので実際にはほとんど利用されていない。

東北水研　研究報告
第 11 号
March 1958

附着硅藻の生態学的研究、特に浮游・底棲硅藻との関係について※
第1報　塩釜港における附着硅藻の季節的変化の概況

佐　藤　重　勝

ECOLOGICAL STUDIES ON ATTACHING DIATOMS, WITH SPECIAL REFERENCE TO THE RELATIONS TO PLANKTONIC AND BENTHIC DIATOMS.
I. GENERAL ASPECTS OF THE SEASONAL VARIATION OF THE ATTACHING DIATOMS AT THE SHIOGAMA HARBOUR.

By

Shigekatsu SATO

It is known that the planktonic flora of diatoms is similar in many parts of the world. But little work has been carried out on the benthic diatoms besides their tychopelagic forms. In our country, attaching diatoms, as causing harm to cultured laver, have been studied considerably. In Matsushima Bay, it was reported (Kikuchi et al, 1958) that an attaching diatom, *Cocconeis*, gave harmful effects on collecting oyster spats in 1957. In the shallow bays such as Matsushima Bay, the life of the benthic and attaching diatoms may be thought to have close relations to that of the planktonic diatoms. On this point of view, this study was undertaken to investigate the seasonal variations of the attaching diatoms and, at the same time, the inter-relations between diatoms with various modes of life.

Samplings were carried out at the station in the middle of the laver-culturing ground of Shiogama Harbour from April 1956 to May 1957. More than once every month, following materials were collected; attaching organisms on the bamboo-poles thrust in the bottom, attaching organisms on the slate plates (20×20 cm) hung vertically and horizontally in the sea-water, diatom deposits in glass-tubes sunk on the bottom, and plankton diatoms hauled by Motoda's Pankton Lantern (made of N. P 58 gause).

The results are as follows.

Seasonal variation of the attaching diatoms was very distinct. It may be divided into the following four seasons according to their ammount.

(a) From Jan. to Mar. .... Almost absent. Other algae were seen considerably.

(b) From Apr. to July.... Rather abundant.

※ 東北海区水産研究所業績 第117号

(c) From Aug. to Sep. .... Few. Polyps were seen abundantly.
(d) From Oct. to Dec. .... Very abundant.

Diatom deposits in the tubes tended to consist of attaching diatoms in the above-mentioned (b) and (d) seasons, while, in the (a) and (c) seasons they had a tendency to be composed of neritic planktonic species.

Neritic planktonic diatoms were collected by the plankton lanterns most abundantly in the (a) season.

Though being seen abundantly in plankton collections, *Chaetoceros* was rare or absent in the diatom deposits.

Pleurosigma was abundant on the upper surfaces of the horizontal slate plates and also as deposits in the tubes. But it was not so common on the bamboo-poles and on the other surfaces of the plates.

From the above-mentioned facts, the ecological relations of the diatoms may be summerized as follows.

Attaching diatoms on the bamboo-poles and slate plates may be benthic and may, according to Cupp (1943), be either motile or fixed to a substrate and so belong to littoral species.

Pleurosigma may have characters medium between benthic and planktonic diatoms.

According to the results of the cultures in laboratories (Kokubo, 1938; Matsui, 1950), neritic diatoms such as Skeletonema are apt to sink to the bottom and be able to propagate there. Cupp (1943) regarded resting spores, the majority of which sink and remain on the bottom in shallow coastal water, as a special adaptation of netiric diatoms. Therefore, many neritic diatoms must be considered to be part of the meroplankton (Davis, 1955). Then, most of the neritic species, such as *Skeletonema* which were seen abundantly both in the plankton collections and in the tubes on the bottom, may be said to have somewhat benthic characters though being a planktonic species.

Chaetoceros, that was scarcely seen in the tubes on the bottom, may be almost typically planktonic species. *Hyalochate* of *Chaetoceros*, though having neritic habitats, may be thought to be somewhat oceanic as compared with the other neritic species.

The above-mentioned groups of diatoms have continuous relations mutually and, as a matter of interest, it was mentioned above in this paper that the attaching diatoms decreased when neritic diatoms increased.

緒　　言

硅藻は浮游生物学の分野では大きな研究対象となつているが、硅藻に関する研究の大半は浮游硅藻に関するものであつて、Aleem (1950) が述べているように littoral diatom に関するものは誠に少く、又湖沼についても Round (1957) が述べているように benthic diatom に関するものは少ない。

吾が国ではアサクサノリの害藻として附着硅藻が問題となつている（例えば木下、1951)。但

し之等の研究はアサクサノリ養殖期に限られており、硅藻の生態を取扱つたものは極く少い（例えば加藤・河村 1956)。松島湾に於てはカキ採苗器に附着する泥・硅藻、その他の生物のために稚貝の附着が阻害される。之等カキ採苗器の汚れは毎年のように問題となるが、採苗器の垂下期を調整することによつてカキ稚貝の良好な附着を得ることができるので附着硅藻は殆ど注目をひかなかつた。然し1957年のカキ採苗期には附着硅藻の一種 *Cocconeis* が大量に繁殖し、稚貝の附着に大影響を与えたことが報告されている（菊地その他1958)。又、底棲附着硅藻は時に内湾の浮游生物として相当数採集される事があり（例えば佐藤その他、1956）外洋に於ても採集の技術上の制限のために船底から脱落したものが混入することがある（丸茂・その他、1956)。之等は tychopelagic diatom 則ち偶来性浮游硅藻として取扱われているが、それが出現する機構については詳しい研究がなされていない。

松島湾のような浅い内湾では上述した底棲附着硅藻と沿岸性浮游硅藻（neritic diatom）及び外海から流入する外洋性浮游硅藻（oceanic diatom）が、鞭藻類・アマモ・海苔及びその他の海藻と並んで主な一次生産者となつているものと考えられる。この観点から本研究では附着硅藻の生態を研究するに当つて、他の生活様式をもつ硅藻との関係を綜合的に取扱うことにする。

本報では塩釜港海苔場の中央に当る地点で附着硅藻の消長を調査した結果の概略を報告し、同地点の浮游硅藻・底棲硅藻とし関係についても併せて述べる。尚本報では硅藻類の同定は属までに止めたが、各種類毎の消長については後報で詳述する。

終に終始御指導を賜つた当所増殖部長谷田専治博士及び御助言をいただいた黒木宗尚技官に厚く感謝の意を表する。又沈澱管による貴重な資料を提供下さつた奥田泰造技官に対して心から感謝する。

調 査 の 方 法

調査地点は第1図に示すように選んだ。この地点は塩釜港内の海苔場の略々中央で、代ケ崎水道から港奥に至る航路から略々 500 m 北に寄つた処にある。この地点の平均水深は 185 cm である。

調査は1956年4月から始め現在も尚続行中であるが、本報では 1957 年 5 月までの1年間の分に止めた。調査の月日は第1表に示す通りである。表に示されるように表現の便利のために暦の月によらず竹及びスレートを投入してから取上げる迄をまとめて扱ふことにする。例えば X 月は9月20日から10月22日迄をさす。

材料は竹、スレート、沈澱管、プラン

第1図 調 査 地 点（◎）
Fig.1 Sampling station (◎)

第1表 調査月日及材料

m–本報文中に使用されている月記号 **d**–日付

Table 1 Date and materials

m–month mark ued in this report d–date

m	d		Bamboo-pole	Slate	Sediment	Plankton
	Apr.	13	set	set		
V	May	17	○	○	○	○
VI	Jun.	18	○	○	○	○
VII	Jul.	30			○	
		16			○	
		18	○	○		○
VIII	Aug.	2			○	
		9			○	
		17	○	○	○	
IX	Sep.	18			○	
		30			○	
		4			○	
		8			○	
		19	○	○	○	○
X	Oct.	26			○	
		8			○	
		13			○	
		20			○	
		22	○	○		○
XI	Nov.	26			○	
		6			○	
		12			○	
		20	○	○	○	○
XII	Dec.	24			○	
		3			○	
		11			○	
		25	○	○	○	○
I	Jan.	16			○	
		25			○	
		29	○	○		○
II	Feb.	1			○	
		15			○	
		22			○	
		27	○	○		○
III	Mar.	15			○	
		23			○	
		28	○	○		○
IV	Apr.	4			○	
		9			○	
		13			○	
		27	○	○	○	○

クトン・ランターンによつて得たもので、その各々について記すと

(1) 竹。直径約3 cm のものを用い、之を各月 1～5 本海底につきさし、1ヶ月、2ヶ月、3ヶ月、6ヶ月後に抜き取つた。竹は下から 10 cm 毎に小刀で表面をこすり取り、その1部を検鏡して優占種及び亞優占種を調べた。

(2) スレート。厚さ 3mm 一辺20 cm の正方形で、1面は滑、他の1面は粗なものを用いた。之をよく洗い3枚1組として、1組は垂直に、他の1組は滑面が上になるように水平にして、針金で海中に吊下げた。各組共底のスレートは海底に軽く接するようにし、中のスレートは中心が海底から約85 cm、表面に近いスレートは 160 cm 上になるようにした。これを1月後に取上げ、小刀で表面をそぎとり残余はタワシで落してその $\frac{1}{1000}$ を検鏡計数した。

(3) 沈澱管。内径 2.7～2.8 cm 高さ 12.5 cm の管瓶を用い、之を木の枠に入れて海底に沈め、1ヶ月に 1～5 回取り上げ、之に入つた硅藻を検鏡し $\frac{1}{1000}$ を計数した。

(4) プランクトン・ランターン。元田式プランクトン・ランターン(濾水量約 10 L, 網地は N. P 58 を使用) を用いて表層及び底層の浮游硅藻を採集してその $\frac{1}{100}$～$\frac{1}{200}$ を計数した。

之等の採集から検鏡迄の保存は、中性化した3～5％ フォルマリンを用いた。又本報で硅藻数を示す場合は、スレート・沈澱管については、実際の計数に稀釈率をかけて全数にして表わして

ある。尙計数の場合群体をなすものは群体数で表した。

結　　果

本調査にあらわれた硅藻類は23属、その他の海藻4属、動物5属であるが、之等は表中では表示の便のため第2表の如く略記する。

第2表　本報文の表に使用される略号
s-区分　a-略号　g-属名

Fig. 2　Abbreviations used in the tables in this report.
s-section a-abbreviation g-genus name

s	a	g	s	a	g
Diatoms	Ac	*Achnanthes*	Diatoms	Pi	*Pinnularia*
	Am	*Amphora*		Pl	*Pleurosigma*
	As	*Asterionella*		Rh	*Rhizosolenia*
	Bi	*Biddulphia*		Sk	*Skeletonema*
	Ca	*Camplyodiscus*		Sy	*Synedra*
	Ch	*Chaetoceros*		Ta	*Tabellaria*
	Co	*Cocconeis*		Th	*Thalassiosira*
	Cs	*Coscinodiscus*	Other Algae	E	*Enteromorpha*
	Cy	*Cymbella*		H	*Halothrix*
	Do	*Donkina*		P	*Polysiphonia*
	Ep	*Epithemia*		U	*Urothrix*
	Eu	*Eucampia*	Animals	B	*Balanus*
	Li	*Licmophora*		F	*Eudendrim*
	Me	*Melosira*		L	*Lichenopora*
	Na	*Navicula*		O	*Obelia*
	Ni	*Nitzschia*		S	*Serpula*

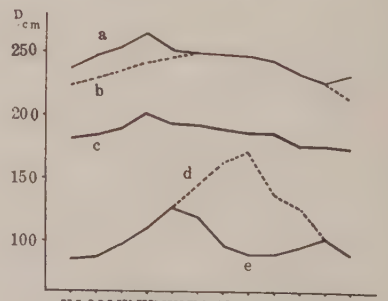
I. 附着硅藻

(I) 竹（1ヶ月間放置）

1月間放置した竹に附着した優占及び亞優占生物は第3表の通りである。

(A) 附着層の長さ。

第3表に示されるように、月によつて附着層の長さは著しく異る。即ちXII月には海底から220 cm の高さ迄附着生物がみられるのにII月には100 cm に過ぎない。この地点の水深は前述の如く平均185 cm であるが、月によつて若干の変化がある。そこでこの地点の月毎の平均水深等を潮汐表から推定したものは第2図の如くなる。即ち大部分の月が平均面以下に附着層の上限をもつており、之を超えるものは僅かにXII月I月に過ぎない。従つて之等の附着生物は硅藻も含めて何れも干出に対しては頗る弱いものと考えられる。XII月が特に附着上限が大であることは、この時期の日射が頗る弱いことと第2図にみられるように晝間の低潮が著しくないためであると考えられる。



第2図　調査地点の月別水深
a-最高　**b**-日中最高　**c**-平均
d-日中最低　**e**-最低

Fig. 2　Monthly depth of the station.
a-maximum b-maximum in the daytime c-average d-minimum in the daytime e-minimum

(B)　附着硅藻の季節的変化

附着硅藻の季節的変化は実に著しい。即ちXII月には220 cm の全体に亙つて相当多量の附着硅藻がみられるのに対し、I月は極く少く、II月には殆んど皆無となる。従つてXII月とI月には大きな差異がみとめられる。そこで之等の大きな特徴点を選んで区分すると次の4期になる。尙調査期間中の水溫、比重は第3図に示した。

第3表　月別附着生物優占種及亜優占種（1ヶ月間放置の竹）

m–月記号　**a**–附着生物　**d**–優占種　**s**–亜優占種　**l**–附着層（底から **cm**）

ボールド体は量的に大なること、アンダーラインは著しく大なることを示す。

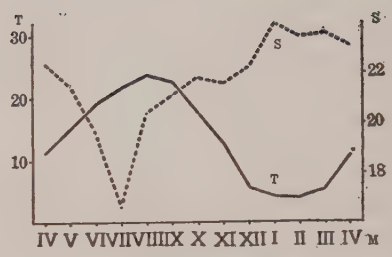
Table 3　Dominants and sub-dominants of attaching organisms monthly (on the bamboo-poles left for a month). m-month mark a-attaching organisms d-dominant s-subdominant l-attaching layer (cm from the bottom) Bold-faced showing a great deal, and underlined showing especially great deal of attaching organisms.

m / a / l	V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII		I		II		III		IV	
	d	s	d	s	d	s	d	s	d	s	d	s	d	s	d	s	d	s	d	s	d	s	d	s
210～220															**H**	Me, E								
200～210															**H**	Me								
190～200															**Me**	Ac, E	U							
180～190															**Me**	Ac	U							
170～180									B				Me, Na, Ac		**Me**	U, E, Ac	U, E							
160～170									B		**B**	Me	**Me**	Na	**Me**	U	U, E							
150～160									B		**Me**	B	**M**	Na	**Me**	U, E, B	U, E						Ni	
140～150			Li, Ac, Na						B		**B**	Me	**Me**	Na	**Me**	U	U, E						Ni	
130～140			**Li**	Ac, Na			B		B		**Na**	Me	**Me**	Na	**Me**	O	U, E						Ni	
120～130	**E**		**Li**	Ac, Na, E			P		B		**Li**	Na, Pl, Me	**Me**	Na	**Me**	O	U, E						**Ni**	Co
110～120	**E**		**Li**	Ac, Na, E	P		P		F, B		**Li**	Na	**Ni**	Na, Me	**Me**	O	U				H, Ni		**Ni**	Co
100～110	**Na**	Ni	Li, Na, Ac, Ni, E		P, Co		F	*P*	**F**	Ni	**Li**	Na	**Na**	Ni, Li	**Me**	O	U				H, Ni		**Ni**	Co
90～100	**Na**	Ni	**N, aAc**	Ni, E	Na, P, Co		**F**	*P*	**F**	Ni	**Li**	Na	**Na**	Ni, Li	**Me**	O	U, H, Ni		H		H, Ni		Co, Ni	
80～90	**Na**	Ni	**Na**	Ni, Li	**Na**	Ni, P	**F**		**F**	Ni	**Li**	Na, O	**Na**	Ni, Li	**Me**	O	U, H, Ni		H		H, Ni		**Co**	Ni
70～80	**Na**	Ni	**Na**	Li	**Na**	Ni	**F**	Co	**F**	Ni	**Li**	Na, O	**Na**	Ni	**Me**	O	U, H		H		**H**	Ni	**Co**	Ni
60～70	**Na**	Ni	**Na**	Ni	**Na**	Ni	**F**	Co	**F**	Ni	**Li**	Na	**Na**	Ni	**Me**	O	U, H		H		**H**	Ni	**Co**	Ni
50～60	**Na**	Ni	**Na**	Ni	**Na**	Ni	**F**	Co, P	**F**	Ni	**Li**	Na	**Na**	Ni	**Me**	O	U, H		H		H		**Co**	Ni
40～50	**Li**	Na	**Na**	Ni	**Na**	Ni	**F**	Co, P	**F**	Ni	**Na**	**Li**	**Na**	Ni	**Me**	O	U, H		H		H		**Co**	Ni
30～40	**Li**	Na	**Ni**	Na	**Na**	Ni	**F**	Co	**F**	Ni	**Li, Ni**	Na	Ni, Na, Cy, Me		**Me**	O			H		H		**Co**	Ni
20～30	Li	Na	**Ni**	Na	**Na**	Ni	**F**	Co	**F**	Ni	**Na**	Li, Ni	**Ni**	Me	**O**	Me			H		H		**Co**	Ni
12～20	Li	Na	**Ni**	Na	**Na**	Ni	F, Co		**F**	Ni	**Na**	Li	**Ni**	Me	**Ni**	Me			H		H		**Co**	
0～10	Li	Na	**Ni**	Na	**Ni**	Na	F, Co		F		**Na**	Sy	Ni, Li, Me		**Me**	Ni			H		H		Co	

(a) I月～III 月。殆んど硅藻がみられず他の藻類がみられる。この時期は年中で最も高鹹（23.5‰以上）であり、且最も低溫（5.4°C 以下）である。

(b) IV月～VII 月。相当量の硅藻がみられる。V 月～VI月には部分的であるが *Navicula*, *Licmophora* 等の濃密な附着がみられる。この時期には水溫は次第に上り比重は低くなつてゆく。

(c) VIII月～IX 月。甲殻類の *Balanus* とヒドロ虫類の水螅 *Eudendrim* が多く、特に後者は竹の全面を被つてしまうので硅藻が多いのか少ないのか、この方法では確めることが出来ない。この時期は年中で最高溫（22°C 以上）である。



第3図　月別水温及比重
T-水温　S-比重
Fig. 3　Monthly temperature and specific gravity. T-temperature S-specific gravity

(d) X月～XII月。稠密な硅藻の附着がみられる。この時期は水溫は下降してゆくが比重は比較的一定であつた。

(C)　優占種の附着範囲

第3表に示されるように、各月の優占種は多くの場合2内至3種であり、それは 30 cm 以上の範囲に亙つて優占している。殊に中層 50～100 cm の範囲では殆んど1種が優占している。従つて之等をある程度の範囲をまとめて表示してもその変化の狀態は実際とあまり変らない。但し次の点はこうした取扱いの際には反映されない。即ち表に示されるように、

(a) 最も底部 0～10 cm では VII, X, XI, XII 月のようにそのすぐ上層 10～20 cm に比し優占種又は亞優占種の変化が著しい。このことは附着硅藻と若干生態に差異のある底棲硅藻の存在を予想させる。

(b) A なる優占種が他の B なる優占種と交代する部分では、他の硅藻 C が出易い。この関係は VI月 90～100 cm, X 月 30～40 cm, 130～140 cm, XI 月 110 cm～120 cm の各層にみられる。

(II)　竹（2ヶ月間以上放置）

前述したように底部及び優占種の交代層では若干の変化はあるが、全体としてはある範囲をまとめて表示しても実際と左程差異がない。従つて2ヶ月間以上のものについては之等をまとめて第4表に示した。

6ヶ月間の長期に亙つて放置しておくと、その竹は *Eudendrim* か *Enteromorpha* によつて占められてしまう。即ち IV 月に設置した竹は VII 月には *Nitzschia* と *Enteromorpha* が附着しているが、之等の上に *Eudendrim* が附着し、X 月には 150 cm 以下は *Eudendrim* で被われる。IX 月に設置した竹は 100 cm 以下に多量の *Eudendrim* がみられるが、XI 月には水母になつたか又は重さで脱落したか不明であるが、消失してその後は *Enteromorpha* に被われる。従つて長期間設置した竹には、之等両種が交代する期間に若干の附着硅藻が附着するだけと考えられる。

第4表 月別附着生物優占種及亜優占種

（2ヶ月間以上放置の竹）p-放置期間（月数）その他記号は第3表参照

Table 4 Dominants and subdominants of attaching organisms monthly (on the bamboo-poles left for more than two months).
p–period left (number of months) For the other signs see Tab.3.

p	m / l (cm) / e	V d	V s	VI d	VI s	VII d	VII s	VIII d	VIII s	IX d	IX s	X d	X s	XI d	XI s	XII d	XII s	I d	I s	II d	II s	III d	III s	IV d	IV s
6	>150											**E**	Me, Ac, B							**E**	U			**E**	Ni
	100～150											**F**	**Li**							**E**				**E**	Ni
	50～100											**F**	Li							**E**	H			**E**	Ni
	<50											**F**								**H**	E			Pi, Ni, E	
3	>150									**S**		**Me**	Ac, B	**Me**	E	**Me**	**U**	**U**		**U**	E				
	100～150					**E**				**F**	S	**F**	**Li**	Me		**Na**	Me, U	**E**		**U**	E	H		**Co**	
	50～100					**Ni**	O			**F**		**F**	Li	Na		**F**	Me	**H**	Me	**Ni**	H	**H**		**Co**	
	<50					**Ni**	Na			**F**		**F**	O	Cy, Ni		**F**	Me	**H**	Ni	**Ni**	H	**H**		**H**	Co
2	>150											**Me**	Ac	**Me**	B	**Me**	U	**U**							
	100～150			**Ac**	Na	**Ac**	E	Co		**F**		**Li**	F, O	**Ni**	Me	**Me**	E	**U**	E			**H**			
	50～160			**Ni**	Na	Ni		**F**		**F**		**F**	O	**F**		**Na**	Me	**Ni**	U	**H**		**H**	Co		
	<50			**Co**	Ni	**F**	Ni	**F**	Co	**F**	Ni	**F**	Ni	**F**		**Me**	Ni	**Ni**	U	**H**		**H**	Co		
1	>150									B		**B**	Me	**Me**	Na	**Me**	E	U, H						Ni	
	100～150	**E**		**Li**	Ac	P		F		B		**Li**	Na	**Me**	Na	**Me**	O	U, H				NiH		**Ni**	Co
	50～100	**Na**	Ni	**Na**	Ni	**Na**	Ni	**F**	Co	**F**	Ni	**Li**	Na	**Na**	Ni	**Me**	O	U, H		H		**H**	Ni	**Co**	Ni
	<50	**Li**	Na	**Ni**	Na	**Na**	Ni	**F**	Co	**F**	Ni	**Na**	Li	**Ni**	Me	**Me**	O			H		H		**Co**	Ni

2ヶ月間及び3ヶ月間放置したものについてみると、1ヶ月間のものに比すれば徐々に優占種は限定され底層又は表層から *Eudendrim* 又は *Enteromorpha* になつてゆくが、多くの場合前月の優占種又は亜優占種は次の月にも優占又は亜優占となつて残る。例えば VI 月の1ヶ月間と VI 月の1ヶ月間と VII 月の2ヶ月間及び XI 月の1月間と XII 月の2ヶ月間に示される如くである。

前月迄の優占種が附着全層に亙つて他のものに変る時期は VIII 月と I 月で、例えば VII 月の1ヶ月間のものと VIII 月の2ヶ月間のものでは全く類似した優占附着生物がない。又 XII 月の1ヶ月間のものと I 月の2ヶ月間のものでも *Enteromorpha* 以外は全く異つている。従つて VIII 月及び I 月では1ヶ月間放置のもので述べたように単に附着がみられないだけでなく、附着していたものも見られなくなることが判る。

次に第4表にみられる硅藻中2,3のものは附着の著しい特徴をもつていると考えられる。前述のように一般的に云えば、VIII 月及び I 月を境として、この間では同じ月に入れた竹には取上げ迄の期間が1ヶ月間、2ヶ月間、3ヶ月間のものは相互に類似した優占生物をもつているが、*Licmophora* は附着した時は非常に多量にみられるのに、次の月には殆んどみられなくなる。例えば V, VI 月の1ヵ月間放置のものにはみられるが、次の月にはみられず、X 月には存在した全部の竹にみられるのに前月も翌月もみられない。恐らくこの硅藻は附着の場所を嫌わず短期間に繁殖するものと考えられる。*Achnanthes* は1ヶ月間放置の竹には多くみられず、2ヶ月間以上のものの上層に多くみられる。これは substratum としての竹があまり平滑である為ある程度汚れた方が附着し易いものと考えられる。*Cocconeis* は他の硅藻の極く少ない時に出現する傾向がある。*Melosina* は上層から下層へ時間の経過につれて附着範囲を拡げてゆく傾向がみられる。*Navicula* 及び *Nitzschia* は中層以下に附着し、比較的類似した出現状況を示す。但し *Nitzschia* が *Navicula* と異る点は *Cocconeis* と同じ様に他の硅藻が少い時期にも附着している点である。尤も、このような種々の特徴点は之等の硅藻の種を同定しなければ詳細に亙つて分析することは出来ない。

(III) スレート

第5表にはスレートの附着生物の概数を示した。最大の附着数は X 月取上垂直スレートの中層粗面で *Navicula* が 40,000,000 個体である。これは1平方 mm 当り 4,000 個体になる。又 V 月取上水平スレート底層表面は *Navicula* は 1 平方 mm 当り 20 であるが、この時の *Navicula* は *N. grevillei* Heb. であり1群体 1,000 個体に近い、従つて個体数に直せば 2,000 個体に近く相当稠密な附着と考えられる。このような稠密な分布は海水中の赤潮の場合に必敵するものと考えられる。

垂直スレートの滑面と粗面とを比較すると、粗面の方が僅かに附着数が多い。特に *Achnanthes* 及び *Melosira* は粗面に著しく多い。之等の硅藻は竹の場合には2ヶ月間以上放置したものに多かつたもので、ザラザラした面に附着し易い性質のものと考えられる。優占種は滑面と粗面を比

第5表 月別附着生物概数（スレート）

m–月記号 **l**–スレート垂下層 **s**–スレート表面の性質 **d**–スレート表面の方向
括弧内の数字は **10** の自乗を意味する、例えば **5(3)** は **5000** を示す。

Table 5 Approximate number of attaching organisms every month(on the slate plates). m–month. mark. l–hung layer of the slate plates. s–character of the surfaces of the plates d–direction of the surfaces of the plates. The figures attached in the parentheses mean the powers of 10, for instance, 5(3) denotes 5000.

d	s	m / l	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
Vertical	Smooth	Surface	Ni 3(3) Na 2(3)	Li 1(3) Ni 3(2) Ac 2(2)	E 2(3) Ac 1(3) Me 1(3)	Co 1(3)	B 3(2)	**Ac** 9(6) B 8(1)	**U** 4(6) Me 4(4)	**U** 1(6) **Me** 1(6) E 4(3)				
		Middle	**Ni** 6(5) Na 1(4)	**Ac** 1(6) **Me** 2(5) E 3(4) Li 1(4) Na 1(4)	**E** 1(5) Ac 5(4) Me 1(4) Na 4(3)	Co 2(4) Ac 2(3) Ni 2(3)	**F** 13g **Ni** 2(5) S 1(3)	**Na** 8(6) **Li** 4(5) **Ni** 2(5) S 1(3)	U 2(4) Ac 4(3) Li 2(3) Na 2(3)	**Me** 3(6) **Na** 2(6) **U** 2(6) **Li** 3(5) **Cy** 1(5) **E** 1(5) Ni 3(4)	Na 2(3) Co 1(3) Li 1(3)			
		Bottom	**Ni** 5(6) Na 7(4)	**Ac** 1(6) E 2(3)	E 1(4) Na 8(3)	Ni 8(4) L 3(2)	Ni 1(4) S 2(3) L 1(3)	Na 8(4) S 8(2) L 7(1)	E 4(3) Ni 3(3) U 2(3) Cy 2(3)	**Na** 4(6) **Cy** 2(6) **Ni** 2(6) Me 7(4) U 6(4)	Na 3(3)	Na 1(3)		
	Rough	Surface	Na 1(2)	**Ac** 9(5) E 3(3)	**Ac** 2(5) E 2(4)	Ac 7(3)	Ac 6(4) B 4(2)	**Ni** 2(7) **Ac** 9(6) **Me** 6(4) B 6(2)	**U** 2(7) **Me** 5(5) **Na** 2(5) **Ac** 1(5)	**Me** 5(6) **U** 2(6) E 1(4) Li 8(3) Na 8(3)		Cy 1(3)		
		Middle	**Ni** 2(5) **Na** 2(4)	**Ac** 1(6) **Me** 3(5) Na 7(3) Li 3(3) E 1(4)	**Ac** 2(5) **Me** 1(5) E 6(4) Na 4(3)	**F** 20g Pl 1(4) Co 2(3) Ni 2(3)	**F** 52g **Ni** 3(5) S 4(2)	**Na** 4(7) **Li** 4(5) **Cy** 1(5) **Me** 1(5) **Ni** 1(5) S 2(2)	U 3(3) Ni 3(3) Ac 2(3)	**Ni** 1(6) **Me** 7(5) **U** 4(5) Cy 7(4) E 2(4) Li 2(4)	Na 1(3)	Na 4(3) Cy 1(3)		
		Bottom	**Ni** 4(5) Na 5(4)	Ni 5(4) Na 1(4) Li 6(3)	Na 7(4) E 1(4)	**F** 26g **Na** 1(5) Pl 2(4) Cy 1(4) Ni 8(3)	**F** 5g **Ni** 2(5) S 4(2) L 3(2)	**Ni** 2(6) S 5(1)	Ni 1(4) Me 9(3) Cy 5(3) E 2(3) U 2(3)	**Na** 3(6) **Cy** 2(6) Me 3(4) U 2(4)	H 3(3) Na 3(3)	Na 7(3) Cy 6(3) E 3(3)		

			V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
Horizontal	Upper, Smooth	Surface	Na 5(4) Ni 3(3)	Ni 2(3) Na 4(2) Ac 3(2)	**Ac** 1(5) E 3(4) Na 2(3) Ni 2(3)	Ac 1(3)	B 2(2)	**Ni** 3(7) **Ac** 5(6) **Me** 5(6) E 2(2)	**Me** 3(7) **U** 2(6) Ac 8(3) Li 4(3)	**U>** 1(8) **Me** 2(6) Li 8(3)	**U** 8(3) Co 1(3) Me 1(3)			
		Middle	**Ni** 6(5) Na 1(4)	**Ac** 5(5) E 4(4) Li 8(3)	**Pl** 8(6) **Ni** 3(6) **Na** 1(5) Ac 5(4)	**Na** 1(6) Ni 4(4) Cy 4(4) Co 1(4) Pl 6(3)	**Ni** 9(6) **Sy** 5(6)	**Pl** 5(6) **Ni** 2(5) **Li** 2(5) S 5(1)	**Ni** 6(6) **Pl** 3(6) **Na** 1(6) **Cy** 8(5) **Me** 5(5)	**Me** 2(6) **Na** 2(6) **Cy** 1(6) **Pl** 2(5) **Co** 1(5) U 7(4)	Cy 2(3) E 1(3) U 1(3)	Co 4(3) Pl 2(1) Cy 1(1) Me 1(1)	Co 2(3) Li 1(3)	Pi 2(4) Na 4(3) Pl 1(3)
		Bottom	**Ni** 5(6) **Na** 8(5)	Na 8(4) Li 4(3) Me 4(3)	**Ni** 5(5) **Na** 1(5)	Na 5(4) Co 8(3)			**Pl** 2(6) Ni 8(4)	**Pl** 5(5) **Me** 1(5) Cy 6(4) Na 2(4)	Na 2(3) Co 1(3) U 1(3)	Co 7(3) Na 3(3) Ni 2(3)	Co 3(3)	Ni 4(3) Na 2(3) Co 2(3)
	Lower, Rough	Surface	Na 1(2)	Ac 2(4) **E** 1(3) **Li** 4(2) **Na** 2(2) **Me** 1(2)	Ac 8(3) **E** 4(3) Ni 2(3) Na 1(3)	**Ac** 2(5) B 6(1)		**Me** 8(6) **Ni** 5(6) **Ac** 2(6) B 6(2)	**Me** 5(6) U 7(4)	**Me** 2(5) U 8(4)				
		Middle	Ni 8(4) Na 5(4)	Ac 6(4) Me 2(4) Na 2(3)	Pl 5(4) Na 1(4) Ni 1(4)	**F** 5g **Na** 2(6) Cy 4(4) Ni 2(4) Co 1(4)	**F** 57g **Ni** 1(7) S 4(3) **L** 8(2)	**F** 8g Li 8(4) Cy 6(4) S 2(2)	Me 3(3) Ni 3(3)	**Cy** 1(6) Me 8(4) Na 1(4)	Na 8(3) Me 4(3)		U 5(3) Me 2(3) Na 1(3)	Pi 8(3) Cy 6(3) Ni 3(3)
		Bottom	**Na** 3(5) **Ni** 1(5)	Ni 2(4) Na 8(4)	Ni 6(3) Na 6(3)	Na 7(4)		S 1(2)	Pl 4(3) **Me** 2(3) Ni 2(3)	Na 2(4) Cy 4(3) Me 4(3)	Na 4(3)	Na 4(3)	Co 2(3)	Pi 1(4) **Cy** 1(3)

較しても著しい差異はみられない。

水平スレートの上滑面と下粗面では著しい差異がみられる。上滑面は下粗面と比すれば著しく附着数が多く特に *Pleurosigma* は上滑面に多い。これは附着性よりむしろ底棲性の強い性質ではないかと考えられる。年間を通じてみると、I月～IV月に附着硅藻が少いことは竹の場合と同様であるが、竹の場合と著しく異つているのは VIII月～IX 月にも相当の附着硅藻がみられることである。竹の場合には *Eudendrim* の大量附着のために判らなかつたが、この時期にもある程度硅藻がみられることが判る。特に注目すべきことは他の月には稠密な附着のみられない水平スレート中層下面（裏面）に附着していることである。恐らく之は夏の強い日射のために日光直射面には少いが、日蔭の面の附着はむしろ多いことを示しているものと考えられる。

II. 沈澱硅藻

沈澱管に入つていた硅藻の個数を第6表に示した。之等は放置日数が異るので之を考慮に入れて考察する。

季節的な変化をみると、附着硅藻の場合と略々同様に区分出来る。

(a) IV月～VII 月　附着硅藻が多い。

(b) VII月～X 月　浮游硅藻が多い。

(c) X月～XII 月　附着硅藻が多い。

(d) I月～IV 月　浮游硅藻が多い。

この区分はIV月, VII月, X月が重なつているが竹の附着生物で述べたものとかなりよく類似している。しかも附着硅藻の減少期と浮游硅藻の増大期が一致している点は実に興味深い。そしてまたVII 月～X月の竹の附着硅藻が少くなる時期には *Biddulphia, Coscinodiscus* と少数の *Skeletonema*. I月～IV月の竹の附着硅藻が全くなくなる時期には *Skeletonema, Thalassiosira, Eucampia* と少数の *Chaetoceros* が現われる点も注目すべき点と考えられる。

各硅藻についてみると、竹の場合は現れずスレートだけに附着した *Pleurosigma* は沈澱管内には多く出ることが注目される。これらは底棲性であるが波浪等による水の流動によつて浮游沈澱を繰返しているのではないかとも考えられる。

浮游硅藻の *Skeletonema, Thalassiosira, Eucampia* 等はI月～IV月は相当多量な沈澱がみられるのにスレート上にはみられない。これらは沈澱しても生存出来るが、生活出来る期間は短いのか又は附着力が小でスレートを上げる時に水と共に流されるのであろう。

附着硅藻は各盛期及びその直後の月に沈澱管に多くあらわれる。之は当然と考えられる。

III. 浮 游 硅 藻

浮游硅藻の調査結果を第7表に示した。これらは採集回数が少いので各月毎に附着硅藻との関係を考察することは困難である。唯季節的な変化の大体は之で推察出来ると考えられる。

表に示されるように浮游硅藻は XII 月から *Skeletonema, Thalassiosira, Eucampia* が増加

第6表 沈澱管に入つた硅藻の概数

m-月記号 d-日付 p-放置日数 n-硅藻概数 括弧内の数字は10の自乗を意味する、例えば 5(3) は 5000 を示す。

Table 6 Approximate number of diatom deposits in the tubes. m-month mark. d-date. p-number of days left n-approximate number of diatom. The figures attached in the parentheses mean the powers of 10, for instance, 5(3) denotes 5000.

m	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
d	May 17	Jun. 18	Jun. 30	Aug. 2	Aug. 18	Sep. 26	Oct. 26	Nov. 24	Jan. 16	Feb. 1	Mar. 15	Apr. 4
p	8	28	8	8	1	7	6	4	22	7	21	12
n	Pl 3(5) Ni 3(5) Na 1(5) Co 3(4) Sk 1(4) Bi 1(4)	Ni 3(4) Na 1(4) Bi 8(3) Pl 4(3)	Ni 2(5) Co 6(4) Do 6(4) Ep 4(4)	Sk 4)4) Bi 1(4) Ca 1(4) Cs 1(4)	Bi 2(3) Co 1(3) Cs 1(3)	Ni 8(3) Pl 5(3)	Na 3(4) Sk 3(4) Ni 2(4) Pl 8(3)	Pl 9(3) Ni 6(3) Na 5(3) Cy 4(3) Am 2(3) Ta 2(3)	Sk 6(4) Me 3(4) Pl 1(4) Th 1(4) Eu 1(3)	Sk 1(4) Eu 2(3) Me 2(3) Th 2(3) Rh 1(3)	Th 5(4) Sk 3(4) Eu 2(3) Pl 2(4) Co 2(3) Ch 1(3) Cy 1(3) Ni 1(3)	Th 1(5) Sk 5(4) Pl 3(3) Co 1(3)
d			Jul. 16	Aug. 9	Aug. 30	Oct. 8	Nov. 6	Dec. 3	Jan. 25	Feb. 15	Mar. 23	Apr. 9
p			9	7	12	12	11	9	9	14	8	5
n			Almost Absent	Co 4(3)	Almost Absent	Ni 7(4) Sk 1(4)	Pl 1(4) Cy 5(3) Li 5(3) Na 5(3) Ni 3(3)	Pl 1(4) Ni 5(3) Cy 2(3)	Sk 7(4) Eu 7(3) Ch 1(3)	Th 4(4) Sk 2(4) Eu 7(3) Pl 5(3) Me 3(3)	Th 7(4) Sk 3(4) Pl 5(3) Ch 2(3) Co 2(3) Li 1(3)	Sk 3(4) Ch 1(3) Th 1(3)

m	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
d				Aug. 17	Sep. 4	Oct. 13	Nov. 12	Dec. 11		Feb. 22		Apr. 13
o				8	5	5	6	8		7		4
n				Co 3(3) Cs 2(3) Bi 1(3) Ni 1(3)	Co 2(3) Cs 2(3) Sk 2(3)	Ni 7(4) Sk 4(4) Pl 3(4) Na 1(4) Cy 2(3)	Na 5(3) Pl 4(3) Cy 2(3) Li 2(3)	Pl 3(3) Li 1(3) Me 1(3)		Sk 3(4) Th 2(4) Eu 1(4)		Sk 2(4) Ch 1(4) Th 2(3
d					Sep. 8	Oct. 20	Nov. 20	Dec. 25				Apr. 27
p					4	7	8	14				14
n					Sk 5(3) Cs 3(3) Pl 1(3)	Na 3(6) Ni 2(5) Pl 4(4) Sk 2(4) Cy 1(4)	Na 2(4) Li 4(3) Pl 4(3) Cy 3(3) Ni 2(3) Co 1(3) Me 1(3)	Me 1(5) Pl 3(4) Th 2(4) Li 1(3)				Sk 2(4)
d					Sep. 19							
n					11							
n					Sk 3(3) Cs 3(3) Bi 1(3) Pl 1(3)							

第7表 浮游硅藻概数 (立平均)

l-採集層 他の表現は第6表 参照。

Table 7 Approximate number of planktonic diatoms (per litre). l-collected layer
For the other signs see Tab. 6.

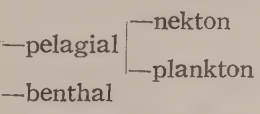
l \ m	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
Surface								Th 1(2) Sk 6(1)	Eu 1(3) Sk 1(3) Th 4(2) Ch 3(2) As 4(1)	Th 2(3) Eu 1(3) Sk 7(2) Ch 3(2) Ni 2(2)	Ch 2(4) Th 1(4) Sk 4(2) Eu 3(2) Ni 3(2) Rh 8(1) As 2(1)	Ch 1(5) Sk 3(2) Ni 2(2) Co 1(2)
Bottom	Ni 3(1) Ch 1(1)	Ni 2(1) Ch 1(1)				Ch 2(1) Ni 2(1) Sk 2(1)	Me 2(1) Na 2(1)	Th 2(2) Me 4(1) Pl 4(1) Sk 2(1)	Eu 1(3) Th 3(2) Rh 8(1) As 4(1) Ch 2(1)	Sk 2(4) Eu 1(3) Th 8(2) Ch 4(2) Ni 1(2) Rh 6(1)	Ch 1(4) Th 2(3) Ni 5(2) Sk 1(2)	Ch 8(4) Ni 1(2) Sk 5(1)

し、III 月頃が最も多い。又 I 月から *Chaetoceros* が増加し前3者が減少する IV 月に最大となる。この時期（I 月～IV 月）は竹の附着硅藻の減少期に一致する。

注目すべき点は浮游硅藻として多量にあらわれる *Chaetoceros* が沈澱管内に少なかつた事である。これから考えるとこの硅藻は沈澱し難いものではないかと考えられる。

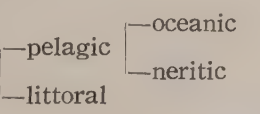
IV. 異なる生活様式をもつ硅藻間の関係

古く Haeckel (1890) は水族を nekton, plankton benthos に分けた。爾来 synecological 区分としてはこの3群か、又は之に1内至2群を加えたものが用いられてきた。例えば Davis (1955) は之に neuston を加えた4群、Odum (1953) は更に periphyton を加えた5群をあげている。但し之等の生態区分が用いられるのは主として淡水の場合であり、海の場合は benthal と pelagial の2群に分けている場合が多い。例えば Alee & Schmidt (1951) は benthal と pelagial に分け後者の中に plankton と nekton を入れている。相川 (1932) も亦海洋生物群集を海洋 benthos と海洋 pelagial に分け、後者は nekton, neuston, plankton からなると書いている。Svedrup その他 (1942) は benthal は benthic region に、plankton 及び nekton は pelagic region に属すると述べている。之を図式的に書くと下の如くになる。



之等は移動力と生活場所を基礎にした大きな生態区分であり生活場所に基く水平的な区分ではない。Alee & Schmidt (1951) が述べているように pelagial と benthal の主要な相違は前者が水以外の支持物を必要としない点にある。従つて海底を必要とするか否かといふ点からみると上記の区分はむしろ垂直的な区分でさえあると考えられる。Synecology として発展してきた planktology は水塊の指標を取扱つた幾多の業績をあげている。その中で oceanic 及び neritic の指標種も随時明らかにされてきている。例えば相川 (1932) は5ツの neritic plankton の主要群をあげている。但し之等の研究は著者の知る限りでは水塊内至海況の分析を主な目的としているので之等が他の生態群である benthal と如何なる関係にあるかは殆んど述べられていない。

Cupp (1943) は marine diatom を littoral と pelagic species に分け、pelagic を更に oceanic と neritic に分けた。之を図式的に書くと下のようになる。



この区分は勿論 Haeckel の区分とは少しく異つた離岸距離を主とした水平的な生態区分のように感じられる。(Hustedt & Aleem, 1951 も littoral diatom といふ使い方をしている)。然しこの各生態群の関係について Cupp が述べている事は却つて Haeckel 的な区分であつて興味が深い。即ち Cupp は littoral は専ら近岸に住み species か又は motile fixed to a substrate

であり....極く僅かの種だけが neritic zone でも増殖出来る。neritic species は特殊な適応として resting spores をもつている。之は海底で数ヶ月間過ごし増殖に適当な条件になる迄そのまゝでいる。resting spores は外洋より変化し易く一年の中限られた部分だけが好適な条件下にあるに拘らず、沿岸水に多くの種が生存し続けるための手段であるに違いないと述べている。Davis (1955) はそのため多くの neritic diatoms を定期性プランクト meroplankton に属すると考えなくてはならないと述べている。

又、小久保 (1938) は硅藻類の培養の項で次のように述べている。....期くすると大体10日以内に各フラスコに硅藻が旺盛に繁殖し始め3週間内至1ヶ月でフラスコの底に褐色海綿状に硅藻が沈澱する様になる。期くて、3.4ヶ月を経ると硅藻は稍衰弱し細胞は無色になるものもあるが、....或るものは休眠状態となり6ヶ月ぐらいの周期で再び始めと同様に繁殖を始める。....この様な培養は非常に永続的で *Skeletonema costatum* の如きでは、5ヶ年ぐらい経過しても尚繁殖力を有する。

Skeletonema costatum については松井 (1954) の詳細な研究がある。これによると、培養がより稠密度を増してゆくに従つて、*Skeletonema costatum* は正常の形態を失い、細胞間の硅酸糸が先づ消失し、細胞と細胞とが密着し合つた珠数状に変つてゆく。....同時に浮游能力も衰えて培養瓶を振盪後比較的短時間に底に沈んでしまうようになる。しかし分裂増殖はなお活潑に続けられる。

上述の小久保、松井によつて述べられている培養実験の結果は、本報で述べられた沈澱管にあらわれる硅藻と比較するとき誠に興味深い。即ち之等の neritic species は主な生活は planktonic であるが、ある時期又はある条件では海底で生存し続ける事が出来ると考えられる。更に Cupp が述べているような海底生活性を重視すると之等 neritic diatom は plankton でありながら且 benthos である。従つて Cupp の区分を Haeckel の区分で図式的に説明すると

oceanic = planktonic

neritic = planktonic and benthic

littoral = benthic

となる。

この観点に従つて本報の結果を整理すると次のようになる。竹及びスレートの附着硅藻は motile 又は fixed to substrate であり従つて benthic diatom である。スレートにも多く且又沈澱管にもみられる *Pleurosigma* の如きは benthic diatom でありながら planktonic なものであろうし、沈澱管に多くみられる *Skeletonema* 等は planktonic diatom であるが、幾分か benthic であると考えられる。*Chaetoceros* は neritic な *Hyalochate* 亜属でも benthic な性質が少く殆んど typical な planktonic diatom であると考えられる。勿論之等の種自体が季節的に或は planktonic な性質が強くなり、或は benthic な性質が強くなるといふ事も考えられない訳ではないが、現在の処は之等については言及することは困難であると考えられる。

又、以上の各生態群は相互に連続した関係にあり明確な境界点はみられないのであるが、

benthic diatom と neritic diatom の間には後者が増加する時期に前者が減少する関係がみられた。従つて硅藻の生態を研究するに当つては各生態群の関係を常に考慮に入れておく必要があると考えられる。

摘　　要

1. 1956年4月から1957年5月迄約1年間塩釜港内海苔場の中央に当る地点で竹、スレートの附着硅藻、管瓶に沈澱する硅藻、プランクトン・ランターンによる浮游硅藻の調査を行つた。

2. 附着硅藻の季節的変化は実に著しく略々4期に区分される。

(a) I月～III月　殆んどない。他の藻類が附着する。

(b) IV月～VII月　やゝ多い。

(c) VIII月～IX月　やゝ少い。水鳙が極めて多い。

(d) X月～XII月　著しく多い。

3. 管瓶に沈澱する硅藻は (b) (d) 期は附着硅藻、(a) (c) 期は沿岸性浮游硅藻が多い。

4. *Pleurosigma* は竹に附着すること少く、スレート上面又は沈澱管に見出される。

5. 附着硅藻が顕著に減少する I月～III 月には浮游硅藻が多い。

6. *Chaetoceros* は浮游硅藻としては採集されるが、沈澱管内には少い。

7. 調査結果に基いて各硅藻の生態関係を考察し、之等が相互に連続した関係にあることを示した。

引　用　文　献

相川広秋 (1932)　海洋浮游生物学、東京

Alee, W.C. & K.P.Schmidt (1951) *Ecological animal geography*. 2nd ed. New York

Aleem, A.A. (1950) *J.Ecol.* **38**, 75–106.

Cupp, E.E. (1943) *Bull. Scrips Inst. Ocean. Univ. California* **5**, 1–238

Davis, C.C. (1955) *The marine and fresh-water plankton*. Michigan State

Haeckel, E. (1890) *Planktonstudien*. Jena

Hustedt, F. & A.A. Alleem (1951) *J.Mar. Biol. Ass.* **30**, 177–196

加藤　孝・河村光保 (1956)　日本生態学会誌 **6**, 6–7

菊地省吾・谷田専治・佐藤重勝・奥田泰造 (1958)　東北水研報告 (11)

木下虎一郎 (1951)　北海道浅海増殖害敵生物篇、小樽

小久保清治 (1938)　海洋生物学、東京

丸茂隆三・朝岡　治・天野　充 (1956)　日本プランクトン研究者連絡会報 (3) 39

松井吉行 (1954)　水産学の概観、東京

Odum, E.P. (1953)　*Fundamentals of ecology*. (京大生態学研究グループ訳、生態学の基礎 (1956) 東京　による)

Round, F.E. (1957)　*J.Ecol.* **45**, 343–360

佐藤重勝・奥田泰造・谷田専治 (1957)　東北水研報告 (9) 182–198

Svedrup, H.U., Johnson, M.W. & Fleming, R.H. (1942) *The oceans: their physics, chemistry and general biology*. NewYork

東北水研 研究報告
第 11 号
March 1958

松島灣の水產資源に關する基礎研究※
第7報 底棲動物の垂直分布とその季節遷移

谷田專治・奥田泰造

FUNDAMENTAL INVESTIGATION ON THE MARINE RESOURCES OF MATSUSHIMA BAY
VII. VERTICAL DISTRIBUTION OF BENTHOS AND THESE SEASONAL SUCCESSION.

By
Senji TANITA and Taizo OKUDA

The surveys on the seasonal changes of the benthos with the water properties and bottom materials in Matsushima Bay have been carried out for a period from December, 1952 to December '54 (Tanita and Okuda 1956). But the relation between the benthos and the mud depth was not clear in the above paper, because the bottom organisms were collected without classification of the layers by a modified Ekman–Birge's sampler. This work was, therefore, undertaken to know the vertical distribution of the benthos and these seasonal changes in the same stations for a period extending from March, 1956 to February, '57. The benthos were collected by a scoop-type sampler with an opening of 100 sq. cm. These sampled cores were divided into six layers from the surface to a depth of 30 cm and examined. The results are as follows:

(1). The greater parts of benthos dwell in the surface layer (0~5cm), and the individual numbers of the benthos in the layers deeper than 5 cm decrease remarkably with increasing depth of mud, and bottom organisms were not obtained in the layer deeper than 25 cm.

(2). The peak showing the maximum of the gravimetric population of the benthos occurred in the deeper layer in winter comparing with that in summer. This fact may suggest the following possibility: the large sized benthos effecting on the gravimetric population would move vertically with the season.

(3). In the species of frequent occurrence, the characteristic species that are not collected from other stations are *Loripes pisidium* in St. 2, *Theora lubrica* in St. 3, and *Fluviocingula nipponica* and *Venerupis japonica* in St. 5 respectively.

(4). The number of obtained species and sum totals of the individual numbers in the surface layer (0~5cm) were always more abundant comparing with the deeper layer (5~10cm), but the gravimetric population of the benthos in surface layer were generally lower than the deeper layer.

(5). The seasonal changes of the benthonic communities in this survey showed

※ 東北海区水産研究所業績 第 118 号

a trend of fluctuation similar to that of the former investigation (from December, 1952 to December, 1954), namely an increase in winter and a decrease from spring to autumn, in general.

(6). The dominant species of the numerical population in each community are as follows : *Stenethyra edogawaensis* and *Macoma iucongrua* in St. 2, *Nereis sp.* in St. 3, and *Nereis sp.*, *Fluviocingula nipponica* and Amphipods in St. 5. The dominant species of the gravimetric population in each station was always *Macoma incongrua*.

緒　　言

著者等は 1952 年 12 月から 1954 年 12 月まで、2 ケ年に亘り、松島湾塩釜港に 5 地点を定め、そこの水質・底質並に底棲動物の季節的遷移を観察した（谷田・奥田 1956)。その際底棲動物については、一般に冬季に個体数が多く、夏秋の候には少くなること、及び出現個体数は dominant となる多毛類とホトトギス或はヒメシラトリの増減によつて左右されることを述べておいた。併しこのときの底棲動物の採取は、エクマン・バージ型採泥器を使用したので、生物と泥深との関係を明かにすることは出来なかつた。

底棲生物の棲息深度（底土中の）は、種類によりまたその大きさにより、或はまた同一種でもその棲息地域の水質や底質によつて異るであろうと想像されるが、ある特定の少数種類に関する断片的な報告以外は、底棲動物の垂直分布に関する報告は殆んど見られない。そこで著者等は前調査に関連して、前回と略同一地点に於て、底棲動物の棲息深度並にその季節変化を 1 ケ年に亘つて調査を行つたので、その結果をここに報告する。

本調査は前述の様に、松島湾塩釜港で行つたので、対象となつた地点の底土は、前報告にみられるように、微細泥を極めて多く含む軟泥質であり、且つ都市の廃水・汚水の影響を受け易いところであるから、特殊地帯に於ける結果とも考えられ、砂泥質・砂質又は砂礫質の地域におけるそれとは可成り異るものと考えられる。後者の如き底質の地域については、別の機会に調査を行い、本結果と比較検討し、底棲動物の底質と深度との関係を明かにしたいと考えている。

調査地点並に方法

調査地点は前回の調査と略同一地点であるが、貞山運河河口の St. 4 は波渫工事の関係で除外し、残りの 4 地点(谷田・奥田 1956)とした。この中、St. 1 は波浪の関係で欠測が多く、従つて 1 ケ年を通じて採取した地点は、St. 2・3 及び 5 の 3 地点である。各地点の状況は次の通りである。（第 1 図）

第1図　調　査　地　点

St. 1‥‥金島水道にあり、湾外水の影響を最も多く受ける。水深約 3m。

St. 2‥‥在城島の近くで、アマモの密生する藻場。水深約 2m。

St. 3‥‥冬季は海苔養殖場となる所で、アマモの疎生する泥場。水深約 2m。

St. 5‥‥他地点に比し最も港奥で、前回の地点は航路に面し、その近くが時折浚渫工事を行うため、今回は岸に接近した干潮時に干出する地点で採集した。

底棲動物の採集は、Scoop-type の蓋付採泥器を用いて、0～40cm までの泥柱をとり、これを表面から 5cm 間隔に分け、1mm 目の金網つき篩を用いて採取した。篩にとまつた生物及び残渣を広口瓶にとり、フオルマリン固定した後、種類・乾燥重量及び生の容積等の同定・測定を行つた。

尚調査期間は 1956 年 3 月から 1957 年 2 月までの 1 ケ年である。

結　　果

1. 棲息深度と個体数・種類数

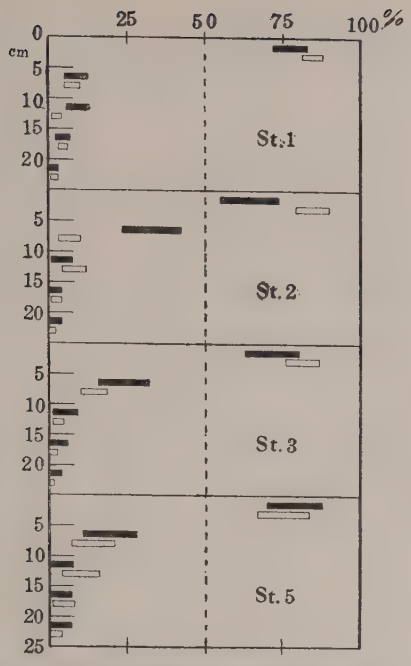
4 地点について調査を行つた 1956 年 9 月及び 1957 年 1 月の結果を一括すれば第 1 表のよう

第 1 表　底棲動物の垂直棲息分布（500cm² 当り）

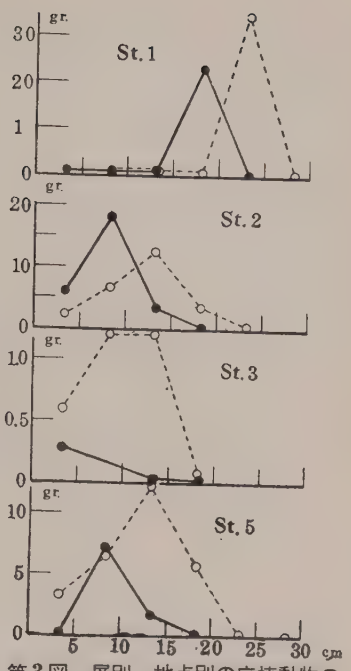
泥深 / 月 / 生物	0～5cm		5～10cm		10～15cm		15～20cm		20～25cm		計	
	IX	I	IX	I	IX	I	IX	I	IX	I	IX	I
多毛類	173	380	38	45	18	12	6	16	2	1	237	454
ヒメシラトリ	20	38	26	13	3	17		4			49	72
ンヅクガイ	19	98		3							19	101
マテガイ	2	1				1		2		2	2	6
ウラカガミ		1					2			3	2	4
その他二枚貝	4	15									4	15
アラムシロ	4	8	1	1							5	9
カワグチツボ	33	27		4							33	31
ミヅゴマツボ	10	96									10	96
その他巻貝		8										8
端脚類	18	56		1							18	57
カニ	1		3		1	3		2			5	5
ギボシムシ	1		1							1	2	1
その他	12	40									12	40
出現種類数	20	21	5	7	3	4	2	4	1	4	21	23
総個体数	297	768	69	67	22	33	8	24	2	7	398	899
出現率（%）	74.7	85.3	17.3	7.4	5.5	3.7	2.0	2.7	0.5	0.8		

になり、又各地点毎の出現個体数の深度別百分率は第 2 図のようになる。

表及び図によつて明かなように、9 月・1 月共に底棲動物の大多数は 0～5cm の深さに棲息し、それ以深では出現個体数も種類数も急激に減少している。5cm 以深まで棲息しているものは、多足類とヒメシラトリであるが、この両者も深度の増大につれて個体数が減じている。ゴカイ類は 9 月・1 月の両回ともに 25cm 層までみられたが、ヒメシラトリは 9 月は 15cm 層、1 月は 20cm



第2図　底棲動物の出現個体数の深度別百分率



第3図　層別・地点別の底棲動物の重量（点線は1月、実線は9月）

層まで得られた。この他二・三の生物が 5cm 以深に見られたが、その種類数は冬季の方が多い。断続的にえられるものにマテ・ウラカガミ・カニ・ギボシムシ等がある。

即ち比較的泥深の大きいところまで棲息できるものは、多足類以外では、ヒメシラトリ・ウラカガミ・マテのように、水管の長く伸びる二枚貝が主であり、小型の巻貝類はせいぜい 10cm 層までで、それより下方にはみられない。全体として個体数及び種類数では、前回の報告と同様に、冬季の方が多くなつている。

尚之等4地点ではいづれも泥深 25cm 以上のところでは、生物は全く棲息していなかつたが、ただ1回ウラカガミの比較的新しい死殻が得られている。

2. 底棲動物の重量と深度

前記 9 月と 1 月との各層別・地点別の底棲動物重量は第3図の通りである。底棲動物の重量は、出現種類数や総個体数にはあまり関係なく、含有される大型の生物によつて左右されるが、第3図によれば、最大値を示す peak が各地点とも1月の場合が9月よりも深い方に表われていることが見られる。これは底棲動物の重量を大きく左右する大型生物が、冬季には夏季よりやや深いところに棲息することを示すものではなかろうかと考えられる。

各地点で底棲動物の重量に大きく影響を与えると思われる生物は、St. 1 ではウラカガミであり、St. 2・3・5 に於てはヒメシラトリである。

3. 年間出現種類と種類別出現回数

4 地点について行つた上述の 9 月と 11 月との結果から知られる様に、この地域では 25cm 以深では底棲動物が見られず、大部分の底棲動物は表面から 5cm までの表層に棲息し、それ以下では種類・個体数共に急激に減少する。従つて '56 年 3 月から '57 年 2 月まで 1 ヶ年を通じて調査した 3 地点 (St. 2•3•5) について底棲動物の季節変化を述べるにあたり、泥深を 0～5cm 層を第 I 層、5～10cm 層を第 II 層とし、この比較についてのみ記すことにし、10cm 以深については省略することとする。

3 地点における層別の主なる種類の出現回数と個体数・重量は第 2 表に示す通りである。各月

第 2 表　地点層別の主な種類の出現回数と個体数・重量 (500cm² 当り)

St. No.		2				3				5			
種類	層	出現回数	個体数	個体数%	重量 gr.	出現回数	個体数	個体数%	重量 gr.	出現回数	個体数	個体数%	重量 gr.
ゴカイ	I	12	236	25.1	0.65	12	1.436	93.5	4.00	12	1,271	33.2	3.16
	II	11	34	15.6	0.12	12	284	94.0	1.13	7	101	31.1	0.22
ヒメシラトリ	I	12	227	24.1	68.29	11	32	2.1	6.21	8	41	1.6	18.91
	II	12	150	68.8	135.04	8	13	4.3	11.54	10	31	9.5	50.45
カワグチツボ	I	2	10	1.1	0.02					12	1,478	38.6	3.72
	II	1	2	0.9						6	147	45.2	0.45
ミヅゴマツボ	I	11	359	38.2	0.39					10	148	3.9	0.22
	II	4	17	7.8	0.02					4	15	4.6	0.02
ウメノハナガイ	I	11	45	4.8	0.54	2	2						
	II	1	1	0.5									
端脚類	I	9	28	3.0		6	12	0.8		7	813	21.2	0.26
	II	3	6	2.8		1	1			4	17	5.2	
アラムシロ	I	5	5	0.5	1.48	4	8		1.52	7	30		8.68
	II	1	3	1.4	0.70	2	2		0.34	2	2		
アサリ	I									8	16		2.60
	II									2	4	1.2	
シヅクガイ	I					7	24	1.6	0.12				
	II					1	1						
ホトトギス	I	3	12	1.3		1	1			5	26		0.06
	II	3	5	2.3						3	4	1.2	
総計	I		940		71.0		1.536		12.6		3,834		44.1
	II		218		136.6		301		13.8		325		64.1

の出現種類数は St. 2 で 3～10 種、St. 3 で 3～7 種で、St. 5 では 4～11 種であり、1952 年 12 月～1954 年 12 月の結果と殆ど同じである。出現種類数は季節的には、系統的な変化はあまりはつきりせず、ただ St. 3 で 1～3 月の低温期には種類数が多く、夏季には少い様に見受けられる。何れの時期に於ても、I 層は II 層よりも種類数は多い。

種類別に各地点の出現回数をみると、St. 2 で毎月即ち 12 回出現したものは、ヒメシラトリとゴカイで、11 回出現したものは、ウメノハナガイとミヅゴマツボである。前 2 者は毎月 I 層・II 層ともに出現した (ゴカイは 7 月に II 層で欠) が、後 2 種の場合はその殆どは I 層にのみ出現した点大いに異つた。次に多かつたのは端脚類の 9 回、アラムシロの 5 回で、その他のものは 3 回以下であつた。前回多かつたホトトギス・ウミセミ・マルテンマツムシは少回数であつた。

St. 3 では毎月出現したものは、ゴカイだけで、ヒメシラトリは 9 月のみ出現せず 11 回であ

つた。之に次ぐのはシヅクガイの7回、端脚類・アラムシロの6回であつた。前回多かつたホトトギス・ブドウガイは少回数であつた。

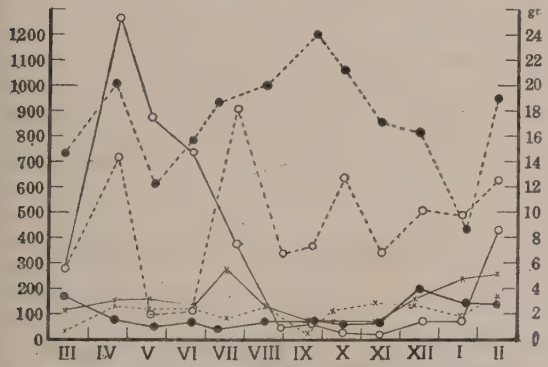
St. 5 ではゴカイ・カワグチツボが 12 回で毎月出現し、ヒメシラトリ 11 回、ミヅゴマツボは 10 回、アラムシロ・アサリは 8 回、端脚類は 7 回で、ホトトギスの 5 回が之に次いでいる。前回よりもホトトギスは減少し、前回少なかつたミヅゴマツボが多回数であつた。

こうしてみると、5 回以上出現した種類数は、St. 2 は 6 種、St. 3 は 4 種、St. 5 は 8 種で St. 5 の多回出現種類数は最も多い。また各地点ともゴカイは毎月出現し、多回出現種はこのほかに、ヒメシラトリ・端脚類及びアラムシロで共通している。ミヅゴマツボは St. 2 と St. 5 が共通で、St. 2 ではウメノハナガイ、St. 3 ではシヅクガイ、St. 5 ではカワグチツボ、アサリがそれぞれ各地点の特徴種となつている。この様な結果は前回の 1953 年・1954 年の場合とほぼ同様であるが、ホトトギスの各地点に於ける出現回数が非常に減少していることは著しい相違点である。

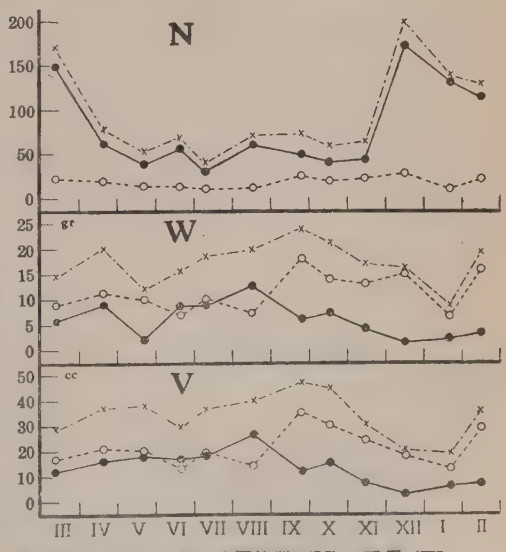
4. 個体数・重量・容積の層別・地点別季節変化

総個体数・総重量の地点別変化は第4図に、また層別の変化は各地点毎にそれぞれ第 5～7 図に示した。

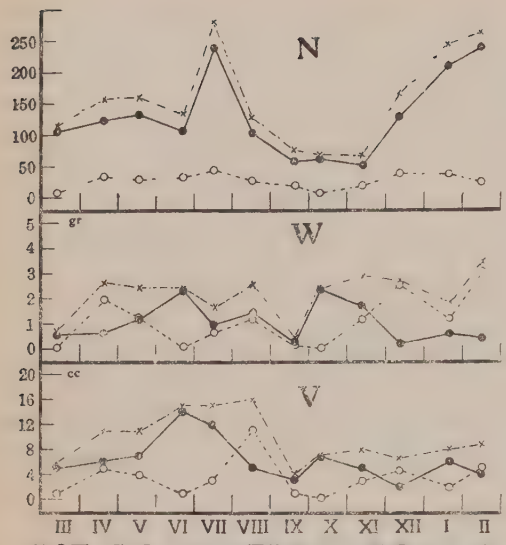
St. 5 の総個体数は St. 2・3 に比して、2～7 月の期間はかけ離れて大きい値を示し、8～1 月の間は逆に小さい。一・二の例を除いて多くの場合、St. 3 の個体数は St. 2 よりも大きいが、St. 5 との差に比すると大きな差ではない。また St. 2・3 は季節的な個体数の変動も小さく、St. 5 では極めて大きい。出現個体数の変化は、群集の主体をなす動物の増減によつて左右され、他の種類はあまり影響を与えない。各地点とも個体数では、I 層よりも II 層の値は著しく小さく、II 層は季節的な変動も殆どなく、全体としての個体数の季節的変動は、I 層の変化によることが知



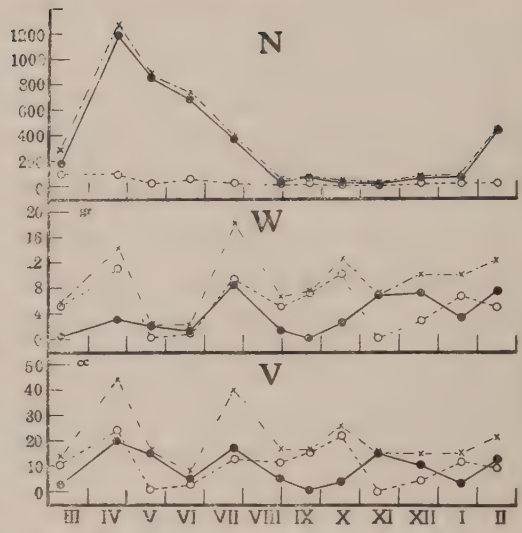
第4図 総個体数並に総重量の季節変化（500cm² 当り）（実線は個体数、点線は重量）
—●—St. 2、—×—St. 3、—○—St. 5



第5図 St. 2 に於ける個体数（N）・重量（W）・容積（V）の層別季節変化（500cm² 当り）
—●—0～5cm、…○…5～10cm、
—・—×—・— 総計



第6図 St.3 に於ける個体数(N)・重量(W)・容量(V)の層別季節変化（500cm² 当り）
—●—0～5cm、…○…5～10cm、
—·—×—·— 総計



第7図 St.5 に於ける個体数(N)・重量(W)・容量（V）の層別季節変化（500cm² 当り）—●—0～5cm、…○…5～10cm、
—·—×—·— 総計

られる。St. 2 では個体数は 12～3 月の冬季に大きく、4～11 月の期間と明かに異つている。St. 3 では 8～11 月は一般に少く他の期間には多い。また St. 5 では 8～1 月の期間は極めて少く、4 月に最大で 8 月まで漸減し、その後 1 月まで低い値が続いて、2 月にはまた増加している。

総重量では総個体数の最も低かつた St. 2 が最も大きい値を示し、次いで St. 5 で、St. 3 は最も低い値を示した。これは St. 2 にはヒメシラトリが多く、そのために個体数の割合に、重量に大きく響いてくるためである。St. 3 ではそれ程目立たないが、St. 2•5 では季節的消長はかなり不規則で変動も大きい。総容積については特に図示しなかつたが、重量の変化とほぼ同様の傾向で消長する。

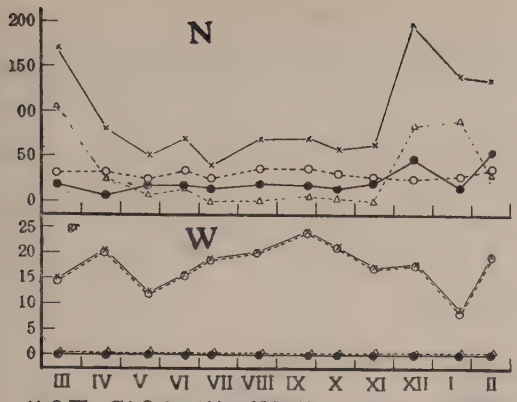
重量及び容積は St. 2 では 3～8 月までは I •II 層間の値に大差なく、9～2 月には II 層の方が I 層よりもかなり高くなつていて、重量・容積の全体としての変化は、3～8 月は両者により、9～2 月には II 層の変動がより大きく影響している。一方 St. 3•5 は St. 2 の様な関連性は明かでない。

全体としてみると、1m² 当たり総個体数は St. 2 は 820～3,980, St. 3 は 1,320～5,560, St. 5 は160～2,536 個で、総重量は St. 2 は 174～480, St. 3 は 8.4～68, St. 5 は 40～286g/m² であり、また総容積は St. 2 は 380～940, St. 3 は 120～320 で、St. 5 は 160～880cc/m² であつた。

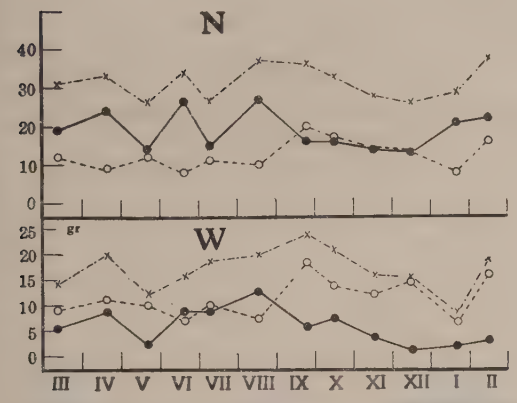
5. 個体数・重量の種類別・層別季節変化

全体としての、また層別の個体数・重量の季節変化は以上の様であるが、さらにそれらの変化の主因となる、即ち群集の主体となつている種類の季節変化について検討してみる。

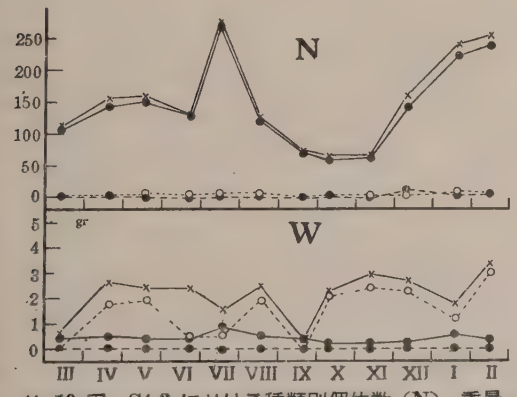
St. 2



第8図　St.2 に於ける種類別（主なもの）個体数(N)・重量(W)の季節変化(500cm² 当り)
—●—ゴカイ、…△…ミヅゴマツボ
…○…ヒメシラトリ、—×—総計



第9図　St.2 に於けるヒメシラトリの層別個体数(N)・重量(W)の季節変化(500cm² 当り)
—●—0～5cm、…○…5～10cm
—·—×—·—総計



第 10 図　St.3 に於ける種類別個体数（N）・重量（W）の季節変化（500cm² 当り）
—●—ゴカイ、…○…ヒメシラトリ
—·—●—·—シヅクガイ—×—総計

この地点に於ける出現回数の多かつた種類で、しかも出現個体数の大きかつたのはゴカイ・ミヅゴマツボ及びヒメシラトリである。第 8 図に示す様に、12・1・3 月はミヅゴマツボは最も出現個体数が多く、4～11 月にはヒメシラトリが多い。2 月にはゴカイが多かつた。このうちヒメシラトリとゴカイの季節変化はミヅゴマツボに比すると変動が小さく、個体数全体としての消長傾向は、ほぼミヅゴマツボのそれと類似している。一方重量ではゴカイ・ミヅゴマツボは、ヒメシラトリに比すると問題にならないほど少さく、全体としての重量変化はヒメシラトリのそれと全く一致している。

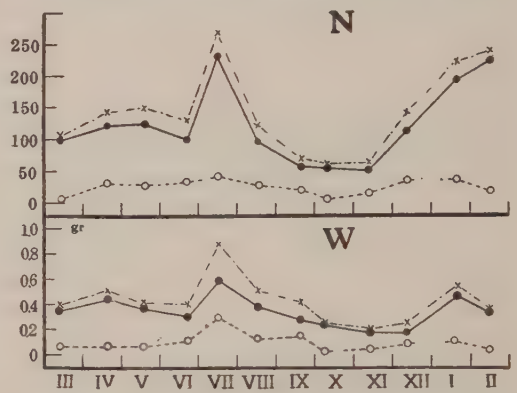
これらの 3 種類について層別に、個体数・重量の変化をみると、ミヅゴマツボ及びゴカイは出現個体数も重量も I 層は圧倒的に大きい値を示し、全体としての動きは I 層によつている。第 9 図の様にヒメシラトリの個体数は I 層の方が、II 層よりも大きいことが多いが、重量では逆に II 層は 6・8 月を除いては I 層よりも大きい。從つて全体としての傾向は、個体数は I 層により、重量では II 層の変化とほぼ同様であつた。

St. 3

この地点での出現回数及び出現個体数の大きかつたのはゴカイ・ヒメシラトリ及びシヅクガイの 3 種である。それらの結果は第 10 図に示した。個体数ではゴカイが圧倒的に多く、他の 2 種はゴカイに較べると極めて小さかつた。從つて全体としての個体数の季節変化は、ゴカイの変化と全く一致した消長を示した。一方重量では 3・7・9 月にゴカイが大きかつた例を除いては、ヒメシラトリの量が

大きく、重量の季節変化は大体に於てヒメシラトリの変化とその傾向が似ている。

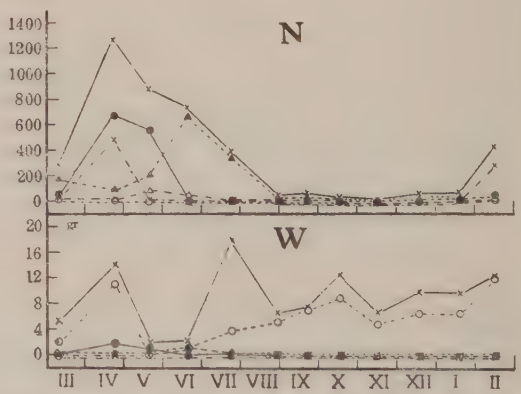
各種類毎に層別の変化をみると、ヒメシラトリは個体数も重量もかなり季節的に変動し、しかも変化傾向は必ずしも一致しなかつた。即ちI層では個体数は多いが、重量は6・10・11月を除いてはII層より小さい。各月の個体数が極めて大きく変動していることは、この地点でのヒメシラトリの棲息密度が低く、採集面積が小さかつたために、採集上の誤差も大きく響いているものと考える。第11図の様にゴカイは個体数・重量共にI層の方がII層よりも常に大きく、全体としての変化はI層の変化と類似している。ゴカイは各層共に毎月出現し、出現個体数は9～11月に少く、7・12～2月に大きい値が得られた。シヅクガイの出現回数はI層では7回であるが、II層では1回だけで大抵の場合はI層に分布している。個体数・重量共に6～9月に低い値を示している。



第11図　St.3 に於けるゴカイの層別個体数(N)・重量(W)の季節変化（500cm$_2$ 当り）
—●—0～5cm、…○…5～10cm、
—・—×—・—総計

St. 5

出現回数の多かつたのはゴカイ・端脚類・ヒメシラトリ・ミヅゴマツボ・カワグチツボである。総個体数は4月を中心として2～7月が、他の時期に比して高い値を示している。この個体数の多い主因をなす種類は、第12図の様に3月にはカワグチツボであり、4月にはゴカイ及び端脚類である。端脚類は5月以降出現せず、カワグチツボが再び少しく増加し、5月にはゴカイとカワグチツボにより、6月以降はゴカイも出現せず、6・7月の個体数の高い原因は、急増したカワグチツボによる。2月は端脚類であつた。重量では個体数は必ずしも多くなかつたヒメシラトリが、その変化の主因をなした。そして個体数変化の主因をなすゴカイ・カワグチツボ・端脚類は重量としては全体の変化に殆んど影響していない。また7月にヒメシラトリによらない高い重量が現われているのは、オキシジミの出現によるものである。



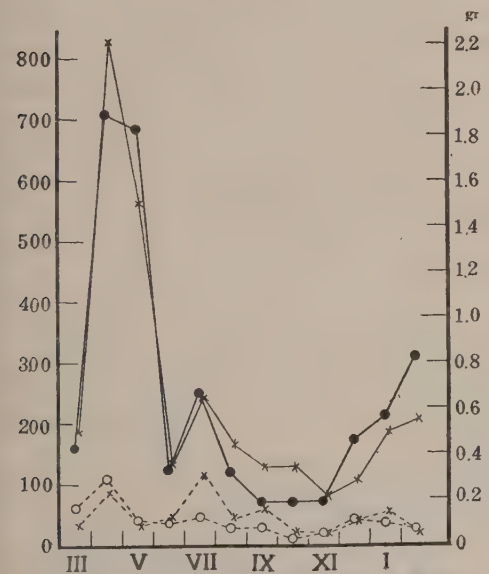
第12図　St.5 に於ける種類別個体数（N）・重量（W）の季節変化（500cm^2 当り）
—●—ゴカイ、—・—×—・—端脚類
…○…ヒメシラトリ—△—ミヅゴマツボ…▲…カワグチツボ—×—総計

個々の種類についてみると、端脚類はI層に7回出現し、II層では4回だけで、個体数も重量もI層は圧倒的に多い。このことはこのものゝ習性からすれば当然であり、寧ろII層に存在することは疑問であるが、恐らく採集上の誤差かも知れない。時期的には2・4月に著しく多く出

現し他の時期には少ない。ミゾゴマツボはI層に10回出現したがII層では僅かに4回であつた。5•6月のI層中の個体数が、かけ離れて大きかつたほかは、目立つた季節変化を示さなかつた。II層の個体数は一般にI層より低く、重量の変化は個体数と全く同様の消長を示した。カワグチツボは出現個体数の多い時期は5～7月で、出現回数・個体数・重量ともI層の方がII層に比して著しく多い。ゴカイは上記の3種と同様に個体数・出現回数・重量ともにI層の方が多い。時期的には4•5月の値が他の時期とは問題にならないほど高い値を示した。ヒメシラトリは前4種とはかなり傾向を異にしている。即ち出現回数もI層は8回であり、II層では逆に10回と多くなつている。個体数もI•II層同回数づつ大きい場合があり、即ち個体数は3•4•6•8•9及び10月はII層の方が大きく、他の月には逆のことが多かつた。従つて全体の個体数の変化はI•II層両者の変化に伴つて起こる。一方重量ではII層の方がI層よりも高く、従つて全体としての重量は、II層の変動に伴つて変化することの方が多かつた。個体数・重量共に5•6月の値は小さく、12月から2月にかけて個体数は漸増する傾向がみられた。しかし一般にはかなり変動が大きかつた。これはSt.3と同様に棲息密度の低いことゝ関連するものであろう。

6. ゴカイ類及びヒメシラトリの層別 季節変化

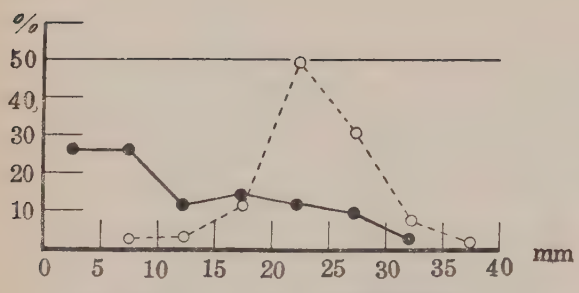
各調査地点に於ける主なる種類の季節変化は上述の通りであるが、本調査地域に於いては、個体数ではゴカイ類、重量ではヒメシラトリがdominantとなることが多いので、之等について全体として層別の季節変化を検討すると次のようになる。



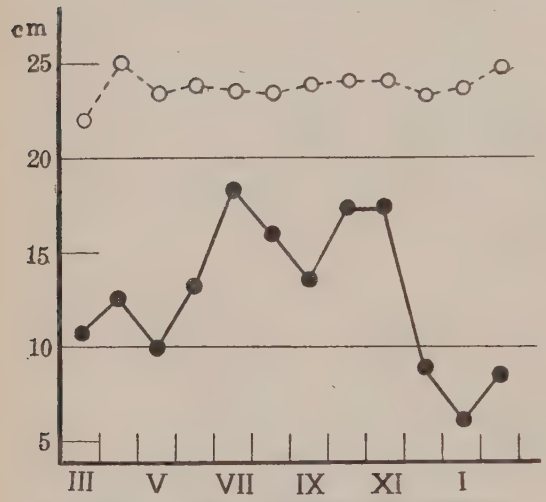
第13図 ゴカイ類の層別個体数・重量の季節変化（500cm² 当り）
実線は0～5 cm 点線は5～10 cm
—●—、…○… 個体数
—×—、…×… 重 量

ゴカイ類の月別個体数・重量を層別に示すと、第13図のようになり、個体数では第II層は季節的に余り大きい変化は認められないが、第I層では春から初夏にかけて著しく多く、それが夏から秋にかけて減少し、冬季になると次第に増加する傾向がみられる。dominantであることの多いゴカイ類の増減は、各地点の底棲動物の数的変化に大きな影響を与えている。このことはすでに発表した1952～'54年の調査結果に於ても同様に認められる。第8, 10～12図にみられるように、重量・容量は第I•II層ともに個体数の大きい割合には非常に小さく、大体個体数の変化と同一の変化を示している。即ちゴカイ類は各地点の底棲動物の重量又は容積に対しては、個体数程には影響を与えないと云うことができる。

ヒメシラトリは数的には第2表・第8～10, 12図にみられるように、第I層がII層よりも多



第 14 図　ヒメシラトリの層別殻長組成
—●—0～5cm、…○…5～10cm



第 15 図　ヒメシラトリの層別平均殻長の季節変化
—●—0～5cm、…○…5～10cm

いが、各地点ともその出現状態はまちまちで、第 I 層も第 II 層も季節的にこれという一定の変化があるとは思われない。重量・容積では第 II 層の方が第 I 層より大きいことの方が多いが、これも明かな規則的変化は示していない。採集されたヒメシラトリの大きさを層別にみると、第 I 層では殻長 10 mm 以下が 52%, 10～20mm が 24.4%, 20～30mm が 20.3% であるに対し、第 II 層では、10mm 以下のものは僅かに 2.1% で、10～20mm が 14.4%, 20～30mm が 74.2%, 30mm 以上の大きいものが 9.2% を占めている（第 14 図）。次に 3 地点のヒメシラトリの平均殻長を季節的にみると、第 15 図のようになる。即ち第 II 層の平均殻長は 22～25mm で、季節による変化は極めて小さい。しかるに第 I 層では殻長平均が 6～18mm で、変化が大きく且つ 12～2 月に著しく小さな値を示している。これは夏に産卵されたものが、12 月頃から追加されて調査対象となつて表われて来たものと想像される。

考　　察

本調査では 100cm² の採泥器で 5 回、都合 500cm² の面積から生物を採集したが、棲息密度の大きい生物については、この程度の面積でも季節遷移を知るためには十分であろうが、棲息密度の小さい動物については、この程度の採集面積では十分とは言えない。したがつて得られた動物の中で、個体数の小さいものについての季節遷移を論ずることは必ずしも妥当とは思われないので、比較的出現回数・個体数の多いものについて、以上の結果をもとゝして考察を加えたい。

多くの底棲動物は 5cm 位までの表層部に棲息し、5cm 以深では深さと共に棲息密度及び種類は急激に減少することは上述の通りである。従つて多くの場合エクマン・バージ型採泥器を使用して、底棲動物の採集を行つても、同採泥器で採泥しうる限度で採集を行えば、ほゞ大部分の生物を採集出来るものと考えられる。しかし大型のゴカイやマテガイ・ウラカガミ等の二枚貝、或はカニ・ギボシムシ等は 25cm 位の深さからも得られており、こうした動物を対象として行う様な場合には、例えば本調査に用いた Scoop-type の採泥器を用いるとか、その採集方法について

第 3 表　年間平均 1m² 当りの出現個体数の年度別比較

St. No.	2									3									5								
年度	1953			1954			1956			1953			1954			1956			1953			1954			1956		
種類	出現回数	個体数	同%	回数	個体数	同%	回数	個体数	同%	回数	個体数	同%	回数	個体数	同%	回数	個体数	同%	回数	個体数	同%	回数	個体数	同%	回数	個体数	同%
ゴカイ	12	449	49.9	11	208	32.6	12	450	23 3	12	4,010	85.7	11	5,210	91.8	12	2,860	93.6	11	1,440	3.6	11	1.730	56.8	12	2,286	32.6
ヒメシラトリ	12	122	13.6	11	225	35.3	12	628	32.5	12	48	1.0	9	42	0.7	11	75	2 5	10	163	0.4	10	184	6 0	11	120	1.7
ホトトギス	11	85	9.4	10	58	9.1	3	28	1.4	10	92	2 0	8	92	1.6	1	2	0 1	10	36,720	91.4	11	591	19.4	5	50	0.7
ウメノハナガイ	6	14	1.6	7	24	3.8	11	77	4.0	1	7	0.1	1	2	—	2	3	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
シヅクガイ	2	3	0.3	—	—	—	—	—	—	8	45	1.0	4	14	0 2	7	42	1.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
アサリ	—	—	—	1	1	0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	28	0.1	7	30	1.0	8	33	0.4
ブドウガイ	7	65	7.2	1	2	0.3	—	—	—	8	214	4.6	2	50	0.9	1	3	0.1	6	212	0.5	5	42	1.4	—	—	—
マルテンマツムシ	5	14	1.6	7	17	2.7	—	—	—	—	—	—	1	9	0.2	2	3	0.1	—	—	—	2	5	0.2	—	—	—
アラムシロ	1	1	0.1	—	—	—	5	13	0.7	4	18	0.4	9	50	0 9	6	17	0.6	6	37	0.1	7	46	1.5	8	53	0.8
〃ヅゴマツボ	1	20	2.2	—	—	—	11	627	32.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	285	0.7	—	—	—	10	272	3.9
カワグチツボ	1	1	0.1	—	—	—	2	20	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	129	0.3	4	47	1 5	12	2,700	38.5
端脚類	4	10	1.1	4	11	1.7	9	57	3.0	6	189	4.0	6	132	2.3	6	22	0.7	10	1,070	2.7	6	287	9.4	17	1,380	19.7
ウミセミ	8	23	2.6	8	63	9.9	3	7	0.4	2	10	0.2	4	18	0 3	—	—	—	2	31	0.1	2	11	0.4	1	2	
その他		93	10.3		29	4.5		25	1.3		47	1.0		56	1.0		29	0.9		45	0 1		74	2.4		124	1.8
計		900			638			1,932			4,680			5,675			3,056			40,160			3,047			7,020	

※　1954 年は調査回数 11 回

※※　表中 1956 年とあるは 1956 年 3 月から 1957 年 2 月までの結果

十分考慮せねばならないと考える。

年間を通じて層別の出現種類数は、St. 2 では I 層が 18 種、II 層が 8 種、St. 3 では I 層が 16 種、II 層が 5 種で、St. 5 では I 層が 19 種、II 層が 12 種であつた。また個体数は St. 2 では II 層は I 層の約 1/4, St. 3 では 1/5, St. 5 では 1/10 以下となつていて、種類数・個体数ともに II 層では著しく少くなつている。

一方重量・容積は、大型種（主として二枚貝）の存在有無・多少によつて左右され、種類数・個体数とは逆に、多くの場合 II 層の方が大きい値を示し、即ち St. 3・5 は大差はないが、II 層はやゝ大きく、St. 2 では II 層が I 層の約 2 倍近い値を示している。前述の様に個体数の最も少かつた St. 2 が、重量では群を抜いて最も大きかつたこと、そして II 層の重量が著しく大きいことは、St. 2 の重量の大部分はヒメシラトリに起因しており、大型のヒメシラトリが II 層に多く棲息しているため

である。

以上の結果を前回の 1953 年、1954 年の結果と比較検討してみる。(第 3 表)

St. 2 では各年を通じて多数出現したものは、ゴカイ・ヒメシラトリで、前回殆んど出現しなかつたミヅゴマツボが今回は多量に出現した。全体としてみると、1953 年は全出現個体数の半数を占めてゴカイが優位に立ち、次いでヒメシラトリとなつている。'54 年ではゴカイ・ヒメシラトリが 32.6%, 35.3% とほゞ同率で群を抜いて上位を占めていたが、'56 年はミヅゴマツボがヒメシラトリと共に 32.5% の同率で第 1 位となり、やゝ落ちてゴカイが 23.3% と第 2 位に下がつている。他の種類の出現数は著しく小さい。年間を通じては、'53 年は 9・10・12 月がヒメシラトリである他はゴカイが優位を占め、'54 年では逆にヒメシラトリが 6・7・8・12 月の他の月には、'53 年のゴカイに代つて優位を占めている。'56 年でもミヅゴマツボが 3・12・1 月に、ゴカイが 2 月に優位にあつたほかの月はヒメシラトリが第 1 位となり、ヒメシラトリが '54 年、'56 年の両年は優占種であることが多かつた。両回を通じてみると、ホトトギス・ブドウガイ・ウミセミ・マルテンマツムシが著しく減少し、ヒメシラトリ・ウメノハナガイ・ミヅゴマツボ・端脚類が増加している様に見える。前 2 年よりも '56 年の全個体数が著しく増加しているのは、主してヒメシラトリ・ミヅゴマツボの増加が原因となつている。

St. 3 では各年ともにゴカイが全個体数の 90% 前後の比率で常に dominant の種類であつた。全体的には端脚類・ブドウガイ・ホトトギスは著しく減少している。その他の出現種類も、個体数も殆んど前回と同様である。なほゴカイは出現率では前 2 年とほゞ同様であるが、1m² 当たりの個体数即ち棲息密度は著しく減少している。

St. 5 では年度別にみると、著しく増減を示したのはホトトギスで、'53 年は全体の 91.4% を占めて群を抜いて第 1 位であつたが、'54 年では個体数も 1/60 以下に急落し、19.4% 比率で第 2 位となり、さらに '56 年では '53 年の 1/700 以下に著減している。'53 年の dominant の種類がホトトギスであるに反し、'54 年ではゴカイ、'56 年ではカワグチツボ・ゴカイがそれぞれ 38.5, 32.6% で優位を占めた。年間を通じて月別にみると、'53 年は 7・11・12 月にはゴカイが優位を占めたほかは常にホトトギスが第 1 位であつた。'54 年では逆に 8・10 月にホトトギスが優位であつたほかは、ゴカイが常に第 1 位となつている。また '56 年では優占種はかなり変動し、カワグチツボが最も多く 7 回、ゴカイ 3 回、ヒメシラトリ・端脚類が各 1 回となつている。全体としては、ゴカイ・カワグチツボが年度と共に増加していて、ヒメシラトリ・アサリ・アラムシロは大差なく、前述の様にホトトギス・ブドウガイ・ウミセミの著減が目立つている。

綜じてみると、St. 3 では前回とは著しい差はみられないが、St. 2・5 では若干群集組員に変化がみられる。即ち St. 2 におけるミヅゴマツボの出現、マルテンマツムシの減少及び各地点におけるウミセミ・ブドウガイ・ホトトギスの一般的な著減が特筆される。この様に群集組員に若干の変化がみられるが、St. 5 の様に両回での採集地点が変つており、即ち前回の常時冠水地と今回の干潟地（大潮時における）では、当然その場における底棲動物群集の組員に地域差があり、

その様な事情が上記のような群集組員の変化をもたらす原因ともなつたと考えられる。しかし一般的には水・底質等の物理・化学的環境条件の変化にもよるものであろうし、また種類間の競争の結果にもよるものであろうが、こうした問題の解析は今後の研究に俟たねばならない。

宮地等 (1944) は内湾度と底棲群集型の間に、一定の関係が成立することを指摘し、さらに内湾度と底棲動物の棲息密度及び重量との間の関係について、大略の準拠となる数値を示している。この調査に於て得られた結果についてみると、山本 (1955) も述べている様にこの地域は、宮地らのいう強内湾的特徴をもつているといえる。

本調査では極めて少数地域に限られているので、山本 (1955) が 1952 年の夏季に松島湾全体にわたつておこなつた調査結果とは、直接比較し議論することは出来ないが、本調査の St. 2・3・5 は山本の I 区に属しており、こゝに得られた棲息密度及び重量は、山本の結果に比して St. 3 の重量を除いては、問題にならないほど一般に高い値を示している。重量ではそれほどでもないが個体数では約 10 倍～40 倍の高い値を示した。これは山本の調査は夏季であり、個体数の季節変動に著しく影響するゴカイ類や小巻貝が夏季に少いことも棲息密度に大きな差を生じた原因となつているのではないかと想像される。

総　　括

松島湾塩釜港に於て、底棲動物の棲息深度（泥中の）並にその季節変化を、1956 年 3 月から 1957 年 2 月までの 1 ケ年に亘つて調査を行つた結果を要約すると次の様になる。

1. 各期とも底棲動物の大多数は表面から 5cm までの層に棲息し、5 cm 以深の棲息数は著減し、5cm 以深まで棲息している主なるものは多足類とヒメシラトリで、この両者も深度の増大と共に個体数は減少している。そのほかマテ・ウラカガミ・ギボシムシ等も深層部から断続的にえられているが、これらの生物も 25cm 以深からは採集されなかつた。

2. 各層別の重量で、最大値を示す peak が各地点ともに、冬季の方が夏季よりも深い方に表われており、これは大型生物が時期により移動しているためかと思われる。

3. 出現種類数は前回(1952 年 12 月～1954 年 12 月) の調査結果とほゞ同じで、各地点また何れの時期に於ても、I 層(0～5cm) は II 層(5～10cm) よりも種類数は多かつた。多回出現種の中、ゴカイ・ヒメシラトリ・端脚類・アラムシロは各地点共通している。St. 2 ではウメノハナガイ、St. 3 ではシヅクガイ、St. 5 ではカワグチツボ・アサリがそれぞれ各地点の特徴種となつている。

4. 出現総個体数は St. 5 がかけ離れて大きく、次いで St. 3・2 となつている。一般に個体数は冬季に多く、夏季に少くなつている。総重量では総個体数の少なかつた St. 2 が最も大きい値を示し、次いで St. 5 で、St. 3 は極めて低い値を示した。これは St. 2 では重量に大きく影響するヒメシラトリが多かつたためである。容積はほゞ重量の変化と同様の傾向で消長した。

5. 出現回数・個体数の大きかつたのは、St. 2 ではミヅゴマツボ・ヒメシラトリ及びゴカイ、St. 3 ではゴカイ・ヒメシラトリ・シヅクガイで、St. 5 ではゴカイ・端脚類・ヒメシラトリ・ミ

ゾゴマツボ・カワグチツボである。個体数ではSt.2はミゾゴマツボ・ヒメシラトリ、St.3ではゴカイ、St.5ではゴカイ・カワグチツボ・端脚類が個体数変化の主因をなした。また重量の変化は各地点ともヒメシラトリの変化と類似して消長した。

6. 層毎にはこれら多回・多数出現種のうち、ヒメシラトリを除いては圧倒的にI層が大きい値を示し、ヒメシラトリは個体数ではI層が、重量ではII層が大きい値を示す場合の方が多かつた。これはII層のヒメシラトリはI層に比して大型のものが棲息していることによる。

7. 前回と比較してみると、St.2におけるミゾゴマツボの出現（前回は現れなかつた）、マルテンマツムシの減少及び各地点におけるウミセミ・ブドウガイ・ホトトギスの著減が目立つている。

引　用　文　献

宮地伝三郎・増井哲夫・渡部忠重（1944）内湾度と内湾の生物群聚型に就て　京大生理生態学研究業績(3)

山本護太郎（1956）松島湾の水産資源に関する基礎研究　第2報　松島湾の底棲生物群集　東北水研報告(5)，208～214.

谷田専治・奥田泰造（1956）松島湾の水産資源に関する基礎研究　第4報　水質・底質並に底棲動物の季節遷移　東北水研報告（6），106～134.

東北水研 研究報告
第 11 号
March 1958

SPONGES COLLECTED FROM OYSTER-RAFTS IN MATSUSHIMA BAY AND ITS ADJACENT WATERS※

By
Senji TANITA

This paper is the first part of a treatise on the sponges collected from oyster rafts in Matsushima Bay, Oginohama Bay, and Ayukawa Harbour. Most of them came from Matsushima Bay, but some were obtained from Oshika Peninsula, namely, from Oginohama Bay and Ayukawa Harbour. The specimens were partly collected by Mr. S. Kikuchi and the majority by myself in 1952 and 1956. These were preserved immediately in alcohol and are deposited in the Tohoku Regional Research Fisheries Laboratory. All of the forms described in this paper are shallow-water sponges.

Every year, the sponges seem to attach on the oyster-rafts which newly setted during March to May and then rapidly grow and form large colonies (Tanita and Sato 1953). They cover a half or sometimes the entire oyster-shells. The damage by sponges to the oyster-culture is not clear at present, but judging from the large amount of attaching sponges, probably they influence the growth of the oysters. With regard to the relation between sponges and cultured oysters, I shall prepare another paper.

The number of species represented in this collection is nine. Of these, three belong to the Calcarea and the remaining six to the non-Calcarea. Of the calcareous sponges of Matsushima Bay, the writer has already reported (1940), but there is no work on the non-Calcarea.

The following is the list of the species.

Calcarea
- Family Homocoelidae
  - (1) *Leucosolenia tenera* TANITA
- Family Sycettidae
  - (2) *Sycon okadai* HOZAWA
- Family Grantiidae
  - (3) *Leucandra abratsbo* HOZAWA

Non-calcarea
- Family Haliclonidae
  - (4) *Haliclona oculata* (LINNAEUS)
  - (5) *Haliclona permollis* (BOWERBANK)
- Family Adociidae
  - (6) *Pellina sitiens* (SCHMIDT)
- Family Ophlitaspongiidae
  - (7) *Mycale macginitiei* LAUBENFELS

※Contribution from the Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory. No. 119.

(8) *Mycale plumosa* (CARTER)

Family Halichondriidae

(9) *Halichondria panicea* (PALLAS)

DESCRIPTION OF THE SPECIES

Calcarea

Family **Homocoelidae** DENDY

Genus **Leucosolenia** BOWERBANK

(1) **Leucosolenia tenera** TANITA

Leucosolenia tenera, TANITA (1940) p. 166, Pl. 8, fig. 2, text-fig. 1 ; (1941) p. 2, Pl. 1, fig. 2 ; p. 267 ; (1942) p. 27 ; p. 85 ; (1943) p. 387, Pl. 13, fig. 22.

The collection contains four specimens. Each specimen forms a loose, branching mass of Ascon-tubes, attached to oyster-shells. In general appearance and anatomical structure, the present materials have the same features as seen in the type, which was described by the present writer in 1940. The colour in alcohol is dirty grey due to the contamination with mud.

Previously known distribution :—Mutsu Bay ; Matsushima Bay ; Kesennuma ; Onagawa Bay ; Bosyu-Sunosaki ; Misaki ; Toba Bay ; Ago Bay ; Kii-Nagashima ; Tomioka (Tanita)

Localities : —Matsushima and Oginohama Bays.

Remarks : —As the writer pointed out in his previous report (1942), this species seems to be common in the adjacent seas of Japan.

Family **Sycettidae** DENDY

Genus **Sycon** RISSO

(2) **Sycon okadai** HOZAWA

Sycon okadai, HOZAWA (1929) p. 302, Pl. 3, figs. 18, 19, text-fig. 10 ; TANITA (1940) p. 168, Pl. 8, fig. 3 ; (1941) p, 269 ; (1942) p, 403, Pl. 14, fig. 37.

This species is represented in the collection by numerous specimens. They are nearly alike in appearance and structure, differing only in size, they vary from 2 cm to about 9 cm in length. The colour in the preserved state is white or yellowish white.

Previously known distribution : –Coasts of Japan proper (Hozawa, Tanita); Shikoku ; Kyushu (Tanita).

Locality :—Matsushima Bay.

Remarks : –This species is one of the most common Calcarea of Japan.

Family **Grantiidae** DENDY

Genus **Leucandra** HAECKEL

(3) **Leucandra abratsbo** HOZAWA

Leucandra abratsbo, HOZAWA (1929) p. 359, Pl. 9, figs. 57, 58, text-fig. 29 ; (1940) p. 53 ; TANITA (1941) p. 273, Pl. 17, fig. 7 ; (1942) p. 46; (1943) p. 438, Pl. 17, figs. 63, 64.

Of this most common species in Japan, two specimens were taken from oyster-

rafts in Ayukawa Bay in 1952 by the writer. Each of them has a distinct osculum on its summit with feebly developed collar and the surface of the sponge is strongly hispid owing to the protruding stout oxeas. The larger one measures 2.5 cm in height, 1.8 cm in breadth and about 1.0 cm in thickness. The smaller one is 1.5 cm high and 1.5 cm broad.

As the species has already been well described by Hozawa and by myself, no further details are necessary

Previously known distribution:—Pacific and Japan Sea sides of Honshu (Hozawa, Tanita); Shikoku; Kyushu (Tanita).

Locality:—Ayukawa Bay.

Remarks:—This species is one of the most common Calcarea to be met with at many localities distributed along the coasts of Japan.

Non-calcarea

Family **Haliclonidae** LAUBENFELS

Genus **Haliclona** GRANT

(4) **Haliclona oculata** (LINNAEUS)
(Pl. I, figs. 1, 2; text-fig. 1)

Spongia oculata, LINNAEUS (1759) p. 1348.
Haliclona oculata, ARNDT (1935) p. 100, fig. 214; LAUBENFELS (1949) p. 9, figs. 4, 5.

Twelve specimens of this species were obtained by the writer in 1956 and 1957. Ten of them are from Matsushima Bay and the remaining two from Oginohama Bay. Each of the specimens consists of several short tubes, arising side by side from an irregular basal mass and united laterally in places by the development of horizontal trabeculae of tissue or by direct fusion of adjacent tubes (Pl. I, fig. 1).

Sponge body is a fruticose mass consisting of several branches, anastomosing here and there loosely with one another. Branches fundamentally cylindrical, about 5~8 mm in diameter, but somewhat flattened, terminating with an osculum, fured with each other or ending blindly. The upper half of the sponge branches off small several diverticula which end blindly or bifrucates. The average diameter of the orifices of the tubes is about 2.5 mm and the thickness of their walls about 2 mm. The surface of the sponge is very minutely hispid and the texture is soft but spongy. The colour in life is reddish orange but in spirit yellowish white.

Skeleton:—The main skeleton is an irregular reticulation of spicular fibres cored by two or three rows of oxeas. There is a strong development of longitudinal fibres. The spicules are for the most part polyserially arranged and occur scattered outside the fibres as well as in them and are often cemented together by spongin at their tips to make an isodictyal reticulation. There is no special dermal skeleton except a thin layered reticulation supporting the dermal membrane.

The largest specimen is about 5 cm high by 4 cm in greatest breadth.

Spicules:—Oxeas smooth, slightly curved, evenly tapering at both ends, measure

Text-fig. 1.
Haliclona oculata (LINNAEUS).
Oxeas×200.

100～125μ by 6～8μ. (Text-fig. 1).

Previously known distribution:—England; Shetlands; Norway; Holland; Arctic; North-Atlantic to Florida; South Sea.

Localities:—Matsushima and Oginohama Bays; Oyster-raft, 2m.

Remarks:—This is the first report of this species from Japan, but as noted by Laubenfels (1949), this species is abundant in European waters as well as in those of New England and seems to be widely distributed in other parts of the world.

(5) **Haliclona permollis** (BOWERBANK)
(Pl. I, figs, 3, 4; text-fig. 2)

Isodictya permollis, BOWERBANK (1866) p. 278.
Reniera tubifera, GEORGE & WILSON (1921) p. 145.
Haliclona permollis, LAUBENFELS(1936) p. 444; (1939)p. 1; (1942) p. 263; (1949) p. 11.

This species is represented in the collection by numerous specimens, all from Matsushima Bay. The sponge is extremely common and a dominant species on the oyster rafts of the bay.

Sponges encrusting or grow into a mass, irregular in shape, with numerous vents and oscular tubes. Surface superficially very porous, crowded with depressions and hispid in appearance. Colour of the surface is lavender and the inner part is yellowish flesh colour in life, but changes to dull brown or dirty pale brwon in preservative. Consistency soft and slightly fragile. The largest specimen measures 8 cm by 7 cm in horizontal dimensions, and 4 cm in height (Pl. I, fig. 3). Osculum is nearly circular with a diameter of 4 mm.

Skeleton:—The main skeleton consists of well-developed spicular-fibres parallel with the long axis of the sponge. Main fibres often contain several spicules lying side by side. Many isolated spicules connect the principal spicular-fibres and thus form as a whole a coarse reticulation. Spongin rare. The special dermal skeleton absent, surface of the sponge is strengthened by the dermal membrane resting upon the points of the transverse branches from the main skeleton.

Spicules:—The oxeote spicule (text-fig. 2) is cylindrical, slightly bent at the middle, more or less gradually and sharply pointed, size 120～150μ by 6～9μ. (Text. fig. 2)

Previously known distribution:—Cosmopolitan.

Locality:—Matsushima Bay, Oyster-raft, 1～3m.

Remarks:—This is the first record of this species in Japan. It has been found in almost all parts of the world where sponges have been studied. Therefore, this species will probably be found in other localities of Japan. The majority of sponges kown under the name of *Reniera cinerea* seen to belong this species as pointed out by Laubenfels in 1936.

Text-fig. 2.
Haliclona permollis (BOWERBANK).
Oxeas×200.

Family **Adociidae** LAUBENFELS

Genus **Pellina** SCHMIDT

(6) **Pellina sitiens** (SCHMIDT)

(Pl. I, fig. 5; Pl. II, fig. 6; text-fig. 3)

Eumastia sitiens, SCHMIDT (1870) p. 42, Pl. 5, fig. 12; FRISTEDT (1887) p. 426, Pl. 24, fig. 13, Pl. 27, fig. 13; LAMBE (1894) p. 115; (1896) p. 182, Pl. 1, fig. 1; LUNDBECK (1902) p. 31, Pl. 4, figs. 1~6, Pl. 10, figs. 9-12; ARNESEN (1903) p. 6, Pl. I, fig. 1, Pl. 7, fig. 1; SWARTZEWSKY (1906) p. 333, Pl. 15, fig. 21; HENTSCHEL (1929) p. 994; BURTON (1930) p. 496; (1932) p. 200, Pl. 8, figs. 11, 12; (1935) p. 76; (1936) p. 19; ARNDT (1935) p. 105, fig. 224.

Three fine specimens are referable to this species. The form varies much according to the object to which it is attached. All the specimens are furnished with characteristic, long, usually branched, delicate fistular processes, which are free at the distal extremities, but coalesced at the lower parts. The surface is nearly smooth to the naked eye. The fistulae are slightly compressed, the diameter varying from 2 to 10 mm. Colour in life is deep yellow and in spirit dull yellow. Texture coarse and fragile. The largest specimen in the collection is about 12 cm high, 9 cm broad and 6 cm thick, including the fistulae which have an average length of 2.5 cm.

Text-fig. 3. *Pellina sitiens* (SCHMIDT) Oxeas × 150.

Skeleton: —The main skeleton is a reticulation of slender, multispicular fibres and dispersed spicules. The fibres contain little spongin. The dermal skeleton is a very distinct, triangular mesh-network of tangentially placed spicules, over very extensive subdermal spaces.

Spicules: —Oxeas only, nearly straight, tapering from the middle, sharp pointed, measure 350~480 × 8~11μ. (Text.-fig. 3)

Previously known distribution: —Norway; Greenland; Murman Coast; Northeast coast of Canada; South Saghalin: Sea of Okhotsk; Sea of Japan.

Locality: —Matsushima Bay, Oyster-rafts; 1~3m.

Remarks: —This species was first described by Schmidt in 1870 based upon a specimen collected from Greenland. Since then, this form was reported by many authors from different localities under the same name. But in 1936, de Laubenfels reported that the genus *Eumastia* is a synonym of *Pellina*, which was established also by Schmidt in 1870. Therefore, in this paper, I adopted the latter genus name according to Laubenfels.

The spicules of the present specimens are, as noted above, a little shorter than those of the specimens described by Schmidt, Fristedt, or Lambe, the spicules of which are 690~830μ in length. My specimens, however, agree very well with the descriptions of other authors in other details except for the dimensions of the spicules.

Family **Ophlitaspongiidae** LAUBENFELS

Genus **Mycale** GRAY

(7) **Mycale macginitiei** LAUBENFELS

(Pl. II, figs. 7～9; text-fig. 4)

Mycale macginitiei, LAUBENFELS (1930) p. 26; (1932) p. 68, fig. 36

There are three specimens which I refer to this species. The largest specimen (Pl. II, fig. 7) was collected from a rope on which oysters were hanging. It encrusts around the rope and is slightly massive and lowlying in appearance, three flattened processes grow up from it. It measures 7.5×5 cm in size and is about 2.5 cm thick.

The remaining two smaller specimens which were attached on the oyster shells closely resemble each other as shown in Pl. II, figs. 8, 9. They are encrusting, irregular, attached by the under surface, and have no processes. Surface superficially smooth. Colour in life is deep yellowish orange but in the preserved state drab. Texture is moderately fleshy to the touch, but slightly fragile.

Skeleton: —Dermal membrane is very thin and contains tangentially arranged spicules in confusion. Main skeleton consists of spiculofibres which extend upward from the base, branching frequently as they ascend, and expand at the surface in wide brushes. The most divergent spicules of the fibres are actually within the dermis. Principal fibres, 80～100μ in diameter, cored by many spicules, but with little spongin.

Spicules (Text-fig. 4): —Megascleres. Subtylostyles smooth, sharply pointed at one end, not quite straight, taper toward the pointed end, rather thicker in the center than near the basal end, measure 270～325×7～9μ.

Microscleres. (a) Anisochelas of two sizes: large palmate, 40～50μ in length, occur frequently in rosettes formed by the junctions of six to eight spicules in the dermal membrane. Smaller also palmate, distributed throughout the flesh, length 20～25μ.

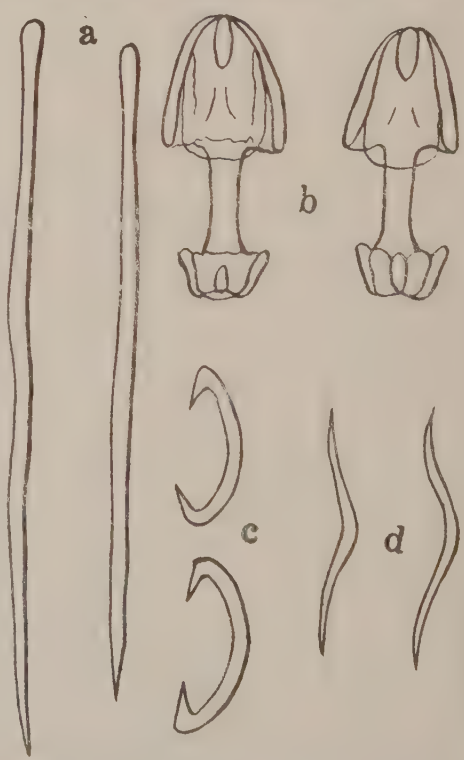
(b) Sigmas abundant, simple and contort, 60～75×6μ.

(c) Toxas common, scattered in the flesh, occur singly, measure 60～120×1～3μ.

Both sigmas and toxas are found generally in the dermal membrane and throughout the main skeleton.

Previously known distribution: —Monterey Bay, California (Laubenfels).

Locality: —Matsushima Bay, Oyster-



Text-fig. 4. *Mycale macginitiei* LAUBENFELS. a, Subtylostyles×200; b, large anisochelas×600; c, sigmas×200; d, toxas×200.

rafts, 2~3m.

Remarks: —This species was first described by de Laubenfels from the coast of California in 1930. Since that time, however, no one has reported this species. This is, therefore, the second record with regard to the occurrence of this form.

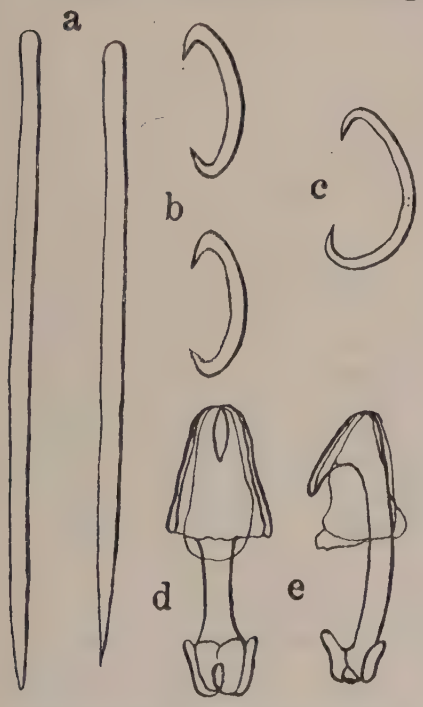
(8) **Mycale plumosa** (CARTER)

(Pl. II, figs. 10, 11; text-fig. 5)

Esperia plumosa, CARTER (1882) p. 299.

Esperella plumosa, DENDY (1905) p. 159; (1916) p. 121. pl. 1, figs. 4a-4g, Pl. 3, fig. 19.

I identify with this species eight specimens in the collection, seven of them were collected from oyster-rafts and the remaining one from the shore of Mahanashi-jima in Matsushima Bay. The sponge is irregular, encrusting an oyster shell. The surface is irregularly cactiform. The largest one measures 6×3.5 cm in size and about 0.8 cm in thickness. Colour in life is yellowish grey outside but the yellow tint becomes deeper inside, and pale or dull grey in spirit. Texture soft and elastic.



Text-fig. 5. *Mycale plumosa* (CARTER). a. Styles×200; b, sigmas×200; c, small sigma×600; d, anisochela×600; e, anisochela, side view×600.

Skeleton: —The main skeleton is an irregular reticulation of coarse, stout, multispicular fibres without visible spongin. The main fibres extend lengthwise, branching and anastomosing with one another. The fibres are not very sharply defined and numerous megascleres occur scattered between them. The dermal skeleton is composed of scattered, tangentially placed spicules and very well developed, tangentially meshed, stellate reticulation of stout, multispicular fibres.

Spicules: —Megascleres. (a) Styles or subtylostyles nearly straight or slightly undulated, one end sharply pointed and the other dumply or pin headed, size 240~300×8~9μ.

Microscleres. (b) Sigmas, C-shaped and contort, with very sharply pointed ends, length 70~80μ from bend to bend by about 7μ thick in the middle. (c) Small, slender, contort sigmas, not common, variable in dimension, about 30×1~2μ. (d) Palmate anisochelas, size 45~50μ, often in rosettes. (e) Smaller anisochelas also palmate, numerous throughout the tissue, 15~20μ in length. (f) Toxas, slender with gently rounded curves, in some specimens are common while the others rare in number, size 60~100×1~2μ.

Previously known distribution: —Mauritius and Mergui Archipelago (Carter); Ceylon; Okhamandal (Dendy).

Locality: —Matsushima Bay; Oyster-rafts and shore, 1~3m.

Remarks: —This species was first described by Carter under the name of *Esperia plumosa* in 1882. Subsequently, Dendy reported twice from the Indian Ocean. The characteristics of this species seems to be its cactiform external appearance, presence of two shapes of chelas, and two sizes of sigmas. These characteristics could be seen in the present specimens described above, except for the absence of minute isochelas. In Dendy's report of 1905, there are no descriptions on the minute isochelas and slender small sigmas. He corrected in 1916 on the spiculations of this species. In my specimens, it is very questionable whether the minute isochelas are present, but in other details these closely resemble the description of Dendy (1916).

Family **Halichondriidae** GRAY

Genus **Halichondria** FLEMING

(9) **Halichondria panicea** (PALLAS)
(Pl. III, figs. 11~15; text-fig. 6)

Spongia panicea, PALLAS (1766) p. 388.
Amorphina panicea SCHMIDT (1870) p. 77; FRISTEDT (1887) p. 421.
Amorphina megalorhaphis, CARTER (1881) p. 368; RIDLEY (1884) p. 416; (1885) p. 571.
Halichondria panicea JOHNSTON (1842) p. 114, Pl. 10, pl. 11, figs. 5, 6; RIDLEY & DENDY (1887) p. 2. Pl. 2, figs. 2, 3; DENDY (1905) p. 146; (1916) p. 112; (1921) p. 37: BABIC (1922) p. 220, text-fig. B; LAMBE (1893) p, 25; (1896) p. 182; BRÖNDSTED (1924) p. 451; WILSON (1925) p. 394; HENTSCHEL (1929) p. 902; p. 990; BURTON (1929) p. 421; (1934) p. 43 (1932) p. 199, Pl. 7, figs. 5-9; (1934) p. 13; (1935) p. 75; ARNDT (1935) p. 103, fig. 221; LAUBENFELS (1932) p. 56, fig. 28; (1936) p. 449; (1949) p. 17, figs. 14, 15.

This old and well-known species is the most abundant sponge on the oyster-rafts in Matsushima and Oginohama Bays. Numerous materials of this species are in the collection, and all are alike in appearance and structure. Many specimens were also collected from the coasts of the same bays. Five of them are shown in Pl. III.

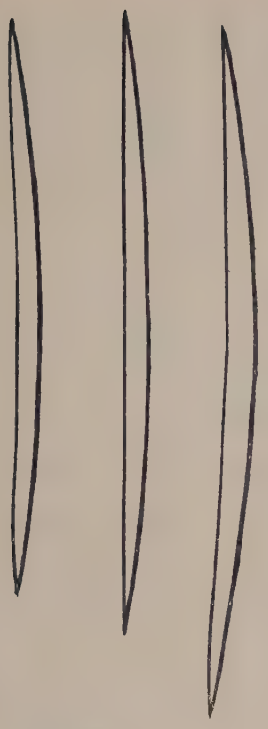
The largest specimen is an amorphous mass with proliferous and flabellate habits having several oscula on the upper surface of the mass. It measures 9 cm in the greatest breadth by 3.5 cm in height. On the sides of the mass, slender tubes which consist of fine fibres extend densely parallel to the sponge axis. Oscula nearly circular or elliptical in shape with diameters of 1~3 mm by 2~4 mm.

Colour in life yellowish with slightly pinkish tint, while in spirit dull white. Texture moderately firm and rather coarse.

Skeleton: —The skeleton consists mainly of coarse multispicular fibres extending perpendicular to the surface. These fibres are connected together by loose and irregular spicular bands and thus, as the whole, is a complicate reticulation of irregularly scattered spicules. Oscular portion is a thin, very irregular reticulation of spicules. There is a thin dermal skeleton of tangentially placed spicules over the very narrow subdermal spaces.

Spicules: —Oxeas only, slender and long, nearly straight or slightly curved, generally sharp-pointed at each end, measure 250~450μ by 5~10μ. (Text-fig. 6).

Previously known distribution; —Cosmopolitan.



Text-fig. 6.
Halichondria panicea (PALLAS). Oxeas×150.

Localities: —Matsushima and Oginohama Bays; Oyster-rafts and shore.

Remarks: —This species has been reported by many authors from almost all the parts of the world, but has no particular habits and without any very marked characteristics. As Ridley and Dendy pointed out in 1887, there is a great range in the size of the spicules. They put the range in the length at 200~1000μ, Babic (1922) at 391~1139×3~21μ and Hentschel (1929) at 350~1000μ but he reported most of them to be about 600μ long.

This species was reported for the first time from Japan by Ridley and Dendy (1887) based on a single specimen of the Challenger Collection which was collected from a pool at Oshima. According to their report it has dark coloration and the dimension of the spicules were 500×12.6μ. Burton (1932) showed three photographs of this species in his report on the collection of sponges from South-Saghalin, which were collected in 1921 by Insole from the littoral zone of Misaki and now deposited in the British Museum. This may be the second record of this species from Japan. Judging from the previously known distribution, this species seems also to be one of the most common sponge in Japan.

LITERATURES

Arndt, W. (1935) Porifera. Die Tierwelt der Nord-und Ostsee. Teil III. a

Babic, K. (1922) Monactinellida und Tetractinellida der Adriatischen Meeres. Zool. Jahrb. Abt. Syst., Vol. 46, pp. 217—302.

Bowerbank, J. S. (1866) A Monograph of the British Spongiadae. Vol. 2.

Bröndsted, H. V. (1924) Sponges from New Zealand. Part I. Papers from Dr. Th. Mortensen's Pacific Expedition 1914-1916. XXIII. Vidensk. Medd. fra Bansk naturh. Foren., Vol. 77, pp. 435—483.

Burton, M. (1929) Porifera. Part 2. Antarctic Sponges. British Antarctic ("Terra Nova") Exped. 1910. Zool., Vol. 6, No. 4, pp. 393—458.

——— (1930) Norwegian Sponges from the Norman Collection. Proc. Zool. Soc. London, pp. 487—546.

——— (1932) Report on a Collection of Sponges made in South Saghalin by Mr. Tomoe Urita. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. ser. IV. Biol. Vol. 7, No. 2, pp. 195—206,

——— (1934) Sponges. Swedish Antarctic Exped. 1901-1903. Vol. 3, No. 2, pp. 1—58.

——— (1934) Report on the Sponges of the Norwegian Expeditions to East-Greenland (1930, 1931, and 1932). Skrifter om Svalbard og Ishavet, No. 61, pp. 1—33.

——— (1935) Some Sponges from the Okhotsk Sea and the Sea of Japan. NccredoBaHu Mopeu CCCP No. 22, pp. 61—81.

Carter, H. J. (1881) Supplementary Report on Specimens dredged up from the Gulf of Manaar, together with others from the Sea in the Vicinity of the Basse Rocks and from Bass's Straits respectively, presented to the Liverpool Free Museum by Capt. W. H. Cawne Warren. Ann. Mag. Nat. Hist, ser. 5, Vol. 7, pp. 361—385.

——— (1882) Some Sponges from the West Indies and Acapulco in the Liverpool Free

Museum described, with general and classificatory Remarks. Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 5, Vol. 9. pp. 266-301 ; 346—348.
Dendy, A. (1905) Report on the Sponges collected by Professor Herdman, at Ceylon, in 1902. Rep. Pearl Oyster Fish., Suppl. 18, pp. 57—246.
———— (1916) Report on the Non-Calcareous Sponges collected by Mr. James Harnell at Okhamandal in Kattiawar in 1905-6. Rep. Okhamandal Mar. Zool., Part 2, pp. 93-146.
———— (1921) Report on the Sigmatotetraxonida collected by H. M. S. "Sealark" in the Indian Ocean. Trans. Linn. Soc. London, Vol. 18, Part 1, pp. 1—164.
Fistedt, K. (1887) Sponges from the Atlantic and Arctic Oceans and the Behring Sea. Vega-Exped. Vetensk. Iakttagelser, Vol. 4, pp. 401—471.
Hentschel, E. (1929) Kiesel und Hornschwamme des nordlichen Eismeers. Fauna Arctica Vol. 5, 4 Lieferung, Jena, pp. 859—1042.
Hozawa. S. (1929) Studies on the Calcareous Sponges of Japan. Journ. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo, Sect. 4, Zool., Vol. 1, Part 5, pp. 277—389.
———— (1940) On Some Calcareous Sponges from Japan. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. ser. 4, Biol., Vol. 15, No. 1, pp. 29—58.
Johnston, G. (1842) A History of British Sponges and Lithophytes. Edinburgh London, Dublin XII. pp. 264.
Lambe. L. M. (1893) Sponges from the Pacific coast of Canada. Tran. Roy. Soc. Canada, Sect. 4, pp. 25—43.
———— (1896) Sponges from the Atlantic Coast of Canada. Trans. Roy. Soc. Canada, ser. 2, Vol. 2, Sect. 4, pp. 181—211.
Laubenfels, M. W. de (1932) The Marine and Fresh-water Sponges of California. Proc. U. S. Nat. Mus., Vol. 81, Art. 4, pp. 1—140.
———— (1936) A Comparison of the Shallow-water Sponges near Pacific End of the Panama Canal with those at the Caribbean End. Proc. U. S. Nat Mus., Vol. 83, No. 2993, pp. 441—466.
———— (1936) A Discussion of the Sponge Fauna of the Dry Tortugas in particular and the West Indies in general, with Material for a Revision of the Families and Orders of the Porifera. Carnegie Inst. Washington Publ. 467 (Pap. Tortugas Lab. Vol. 30) pp. 1—225.
———— (1936) Sponges collected on the Presidental Cruise of 1938. Simthsonian Misc. Coll., Vol. 98, No. 15, pp. 1—7.
———— (1942) Porifera from Greenland and Baffinland collected by Capt. Robert A. Bartlett. Journ. Washington Acad. Sci., Vol. 32, No. 9, pp. 263—269.
———— (1949) The Sponges of Woods Hole and adjacent Waters. Bull. Mus. Comp. Zool, Vol. 103, No. 1, pp. 1—55.
Ridley, S. O. and Dendy, A. (1887) Report on the Monaxonida collected by H. M. S. "Challenger" during the Years 1873-76. Rep. Sci. Res. Challenger, Zool, Vol. 20, Part 59, pp. 1—275.
Schmidt, E. O. (1870) Grundzüge einer Spongien Fauna des atlantischen Gebietes. Leipzig, pp. 88.
Tanita, S. (1940) Calcareous Sponges of Matsushima Bay. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. ser. 4, Biol, Vol. 15, No. 2, pp. 165—177.
———— (1941) Report of the Biological Survey of Mutsu Bay. 35. Studies on the Calcarea of Mutsu Bay. *Ibid.* Vol. 16, No. 1, pp. 1—8.
———— (1941) Calcareous Sponges obtained from Onagawa Bay and its Vicinity. *Ibid.*, Vol. 16, No. 3, pp. 263—282.
———— (1942) Calcareous Sponges collected in Kanto District, Japan. *Ibid.* Vol. 17, No. 1, pp. 17—69.
———— (1942) Key to all the described Species of the Genus *Leucosolenia* and their Distribution. *Ibid.*, Vol. 17, No. 1, pp. 71—92.
———— (1934) Studies on the Calcarea of Japan. *Ibid.*, Vol. 17, No. 4, pp. 353—490.
Tanita, S. and Sato, S. (1953) Studies on the Organisms attaching to Raft cultured Oysters. II. Seasonal Variations. Bull. Tohoku Reg. Fish. Lab, No. 2, pp. 56—66.
Wilson, H. V. (1925) Silicious and Horny Sponges collected by the U. S. Fisheries Steamer "Albatross" during the Philippine Expedition, 1907—10. U. S. Nat. Mus. Bull. 100, Vol. 2, Pt. 4, pp. 273—532.

◀和　文　抄　錄▶

松島湾及びその近海のカキ筏に附着する海綿

谷　田　專　治

本報告は松島湾・荻の浜湾及び鮎川港内に於て行われている垂下養殖のカキ筏に附着する海綿に関する第1報であるが、資料の大部分は松島湾のカキ筏からとつたものである。標本の一部は菊地氏により、大部分は著者自身 1952 年以降に採集したもので、採取後直ちにアルコール漬とし、東北海区水産研究所に保存してある。

カキ筏は毎年 3～5 月に新設されるが、海綿は 6,7 月頃に附着し、それ以後急速に成長して大きな群体を形成するので、8 月以降 10 月までは大量の海綿がみられ、カキ殻の半分、時には全体を被うようになる。海綿の養殖カキに及ぼす被害については、現在のところ明かではないが、附着した海綿の成長の早いことや量の多いことなどからみると、カキの成長・身入に何等かの影響を及ぼしているのではないかと考えられる。この海綿と養殖カキとの関係については、将来確める予定である。

こゝに報告した海綿は9種であるが、その中3種は石灰海綿に属し、他の6種は無石灰海綿である。松島湾の石灰海綿に関しては既に著者が報告した (1940) が、無石灰海綿については全く報告されていない。

本報に記載した海綿は次の通りである。

1) *ヨワアミカイメン Leucosolena tenera Tanita

松島及び荻の浜両湾のカキ筏より得られた。本種は著者が 1940 年松島湾産のものにもとづき新種としたもので、それ以後陸奥湾・気仙沼湾・女川湾・三崎・鳥羽等の内湾からも発見されている。カキやシンジュ養殖筏のみならず、沿岸の岩石や海藻の根などにも附着しているもので、本邦では普通に見られるものと思われる。

2) オカダケツボカイメン Sycon okadai Hozawa

松島湾内のカキ筏のみならず、湾内に密生するアマモ (Zostera) にも多数附着している。本種は本州・四国・九州の各地の波静かな内湾から多数得られており、本邦の石灰海綿中最も普通なものの一つである。

3) *アブラツボロイカン Leucandra abratsbo Hozawa

鮎川港内のカキ筏から採集したもので、本種も前種と同様、本邦各地に広く分布する最も普通の石灰海綿であるが、前種よりは波の荒い場所にみられる。

---

* 和名新称

4) *ヤワクダカイメン Haliclona oculata (Linnaeus) 〔Pl.I, figs.1,2〕

松島及び荻の浜湾内より採集。生時は帯赤黄色であるがアルコール保存標本は黄白色を呈する。体はいづれも数個の相互に連なる分枝から成り、枝の先端は盲状に終るものと、口を開くものとがある。骨片は樺状体のみである。

本種の記載は本邦ではこれが最初であるが、ヨーロッパ・アメリカの沿岸では多量に発見されている。Laubenfels (1949) が述べているように、この種は世界各地に広く分布しているものと思われる。

5) ムラサキカイメン Haliclona permollis (Bowerbank) 〔Pl.I, figs.3,4〕

松島湾のカキ筏に附着する海綿中、量的に最も多い種類で、形は殻層状・塊状など、その附着状況によつて色々変つているが、表面には小突起や径 2～4 mm のロを開いた突起がある。生時外表は美しい紫色を呈し、内部は黄色をおびた肉色をしているが、古くなると次第に色があせて褐色となり、又保存標本では稀褐色になる。体は軟かく、骨格は樺状骨片からのみできている。

世界各地に広く分布する海綿で、わが国でも恐らく各地の沿岸に棲息するものと想われる。

6) *コエダカイメン Pellina sitiens (Schmidt) 〔Pl.I,fig.5; II,fig.6〕

体は特徴ある分枝する細長い中空の突起からできている。突起先端部は個々に分離しているが、基部の方は複雑に癒合している。生時は濃黄色を呈し、アルコール標本は稀い黄色である。骨片は樺状体たゞ1種だけで、三角形網目状にならぶ骨片から成る表皮骨格は広い皮下空処によつて主骨格から明かに区別されている。

本種はこれまでグリーンランド・ノールウエ・カナダ北東岸・南樺太・オコツク海・日本海シベリア沿岸などから報告されている。

7) *ヒラミカーレカイメン Mycale macginitiei Laubenfels. 〔Pl.II, figs.7～9〕

体形は附着基物によつて異る。貝殻に附着するものは殻層状で全く突起はないが、垂下綱に附着するものは多少団塊状となり、突起を出すものもある。体表は平滑で、生時は濃黄橙色をしている。骨格は主大骨片の準留針状体から成るが、他に微小骨片として大小2型の異爪状体(Anisochela) と、シグマ体及び弓状体(Toxa)がみられる。カルフォルニア沿岸から記載されている。

8) *ハリミカーレカイメン Mycale plumosa (Carter) 〔Pl.II, figs.10,11〕

体は不定形殻層状で、表面はサボテン状をしている。生時は黄褐色で、軟かであるが弾力がある。骨片は主大骨片として針状体又は準留針状体、微小骨片として大小2型のシグマ体及び大小2型の異爪状体と弓状体がある。これまで印度洋から報告されている。

9) *ナミイソカイメン Halichondria panicea (Pallas)

〔Pl.III, figs.12～15〕

松島・荻の浜両湾に於てはムラサキカイメンに次いで大量にみられるもので、カキ筏のみならず沿岸からも得られる。外形は一定しないが団塊状で、数個の口を開いている。生時は黄色をしている。骨片は桿状体のみであるが、その大きには変異が大きい。

本種は世界的分布を示している。わが国からはチャレンヂャー号が伊豆大島のプールから採取した標本について、Ridley & Dendy (1887) が記載したのが最初である。その後 Burton (1932) が南樺太産海綿の報告の中で、Insole が 1921 年 5 月三崎沿岸で採集し、英国博物館に保存してあつた本種のことについて述べている。この種は恐らくわが国で最も普通な海綿の一つであると想われる。

Explanation of the Plates

Plate I

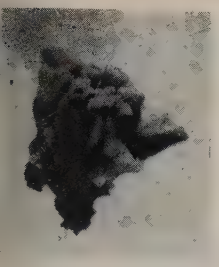
Fig. 1. *Haliclona oculata* (LINNAEUS)×1/2 ; from Matsushima Bay.
Fig. 2. *Haliclona oculata* (LINNAEUS)×1/2 ; from Oginohama Bay.
Fig. 3. *Haliclona permollis* (BOWERBANK)×2/3 ; from Matsushima Bay
Fig. 4. *Haliclona permollis* (BOWERBANK)×2/3 ; from Matsushima Bay.
Fig. 5. *Pellina sitiens* (SCHMIDT)×2/3 ; from Matsushima Bay.

Plate II

Fig. 6. *Pellina sitiens* (SCHMIDT)×2/3 ; from Matsushima Bay.
Fig. 7. *Mycale macginitiei* LAUBENFELS×2/3 ; from Matsushima Bay.
Fig. 8. *Mycale macginitiei* LAUBENFELS×2/3 ; from Matsushima Bay.
Fig. 9. *Mycale macginitiei* LANBENEELS×2/3 ; from Matsushima Bay.
Fig. 10. *Mycale plumosa* (CARTER)×2/3 ; from Matsushima Bay.
Fig. 11. *Mycale plumosa* (CARTER)×2/3 ; from Matsushima Bay, shore.

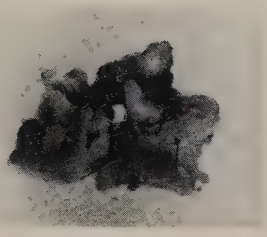
Plate III

Fig. 12. *Halichondria panicea* (PALLAS)×1/2 ; from Matsushima Bay.
Fig. 13. *Halichondria panicea* (PALLAS)×1/2 ; from Oginohama Bay.
Fig. 14. *Halichondria panicea* (PALLAS)×2/3 ; from Matsushima Bay.
Fig. 15. *Halichondria panicea* (PALLAS)×2/3 ; from Matsushima Bay.

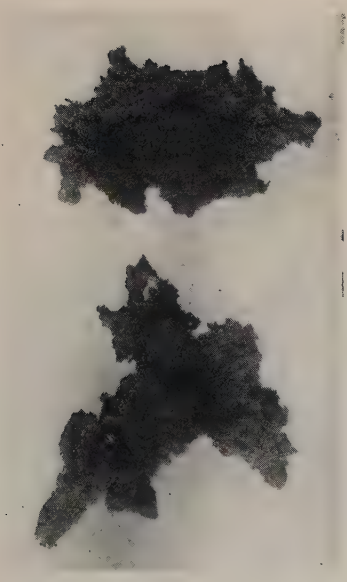


1

3



2



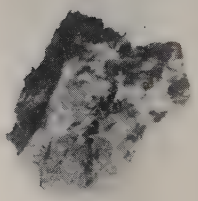
4

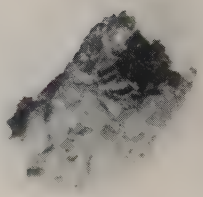
5

Pl II

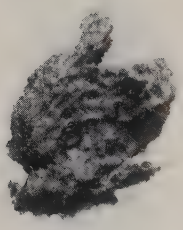
6

8



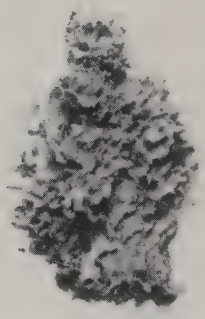


9

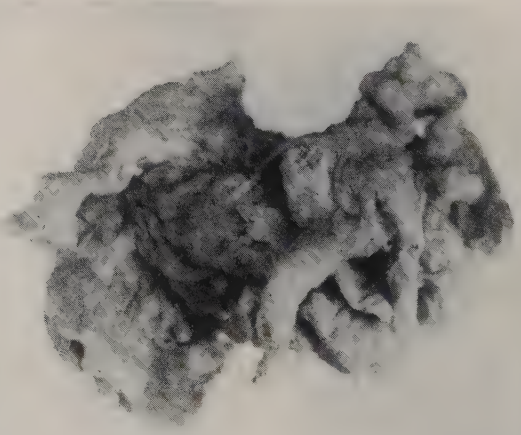


11

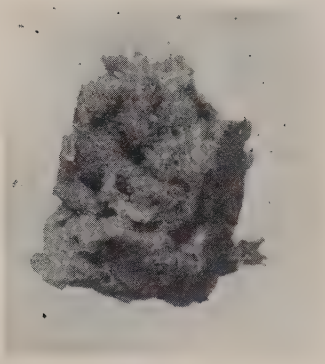
7



10

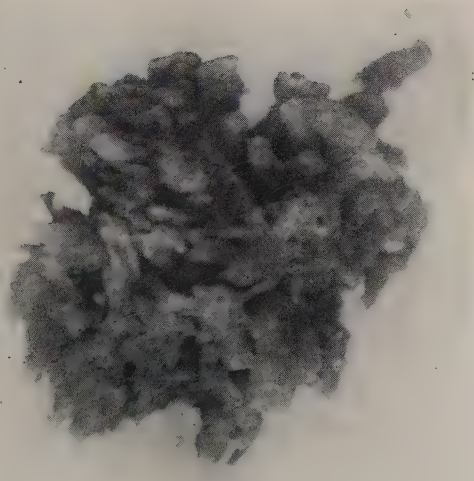


12



13

14



15

既刊　東北海区水産研究所　研究報告

第 1 号　　(昭和27年6月発行)

業績番号			頁
第10号	東北海区に来游するカツオのポピユレーションに就いて……	川崎　健	1
第11号	音響測深儀に記録されたカツオ・マグロ群の像……	木村喜之助 岩下光男 服部稔郎	15
第12号	東北海区に於ける底魚の消化系と食性に就いて　第1報　キチヂ……	三河正男	20
第13号	東北海区産アブラガレイ *Athersthes evermanni* JORDAN & STARKS に就いて　第1報　年令査定の基礎的研究……	甲二郎	25
第14号	底曳網の模型試験（第1報）……	猿渡敏郎 田辺達雄 井河光男 三河正男	35
第15号	東北海区産サメガレイ *Clidoderma asperrmum* TEMMINCK & SCHLEGEL に就いて　第1報　年令査定の基礎的研究……	甲二郎	43
第16号	魚類の標識放流方法に関する一資料……	猿田達雄 笠原康平	50
第17号	ブリの産卵場・産卵期に関するブリの卵巣の調査……	木村喜之助	54
第18号	垂下養殖カキの附着生物に関する研究　第1報　ムラサキイガイ (*Mytilus edulis* LINNÉ) の駆除について……	佐藤省吾 武田忠郎	63
第19号	松島湾附近のシジミに関する研究……	谷田専治 平野和夫	68
第20号	アブラザメ (*Squalus suckleyi G*) の肝臓色彩とビタミンA濃度との関係	山村弥六郎	83
寄　稿	海況の変化に関する漁業生物学的研究……	畑中正吉	88

第 2 号　　(昭和28年11月発行)

第22号	東北海区金華山沖に於けるカツオ主漁場の成立に就いて……	北野清光	1
第23号	カツオに寄生する鉤頭虫類の1種 (*Rhadinorhynchus katsuwonis* HARADA) の寄生率について（予報）……	堀田秀之 小川達	11
第24号	薩南海区のカツオ幼魚の分布について……	堀田秀之	19
第25号	釣上直後のカツオの体温に就いて(特に血合筋の異常高温に関して)……	福島信一	22
第26号	東北海区に於けを底魚類の消化系と食性について（第2報）サメガレイ・ババガレイ……	三河正男	26
第27号	ババガレイの年令査定及び成長……	笠原康平	37
第28号	ナメタガレイ *Glyptocephalus stelleri* の年令に関する基礎的研究……	橋本良平	49
第29号	垂下養殖カキの附着生物に関する研究　第2報　季節的変化……	谷田専治 佐藤省吾	56
第30号	アマノリ類の生活史の研究　第1報　果胞子の発芽と成長……	黒木宗尚	67
第31号	アサクサノリの糸状体の単胞子放出に就いて……	黒木宗尚	104
第32号	内湾底土中の可溶性栄養塩について　第1報　底土に含まれる可溶性栄養塩についての一考察……	奥田泰造	109
第33号	内湾底土中の可溶性栄養塩について　第2報　底土耕耘による栄養塩溶出の可能性について……	奥田泰造	118
第34号	アブラザメ (*Squalus suckleyi G.*) の体長と肝油のビタミン A 濃度との関係……	山村弥六郎 武藤清一	126
第35号	寒天ジエリーの強度について　第4報……	谷井潔	134

第 3 号　(昭和29年10月発行)

業績番号			頁
第37号	カツオ群の性状　第1報　東北海区のカツオ群を“付きもの”別に見た場合の各群の分布・餌付状態・群の大きさに就いて	木村喜之助	1

第 4 号　(昭和30年3月発行)

第41号	東北海区における極前線帯とその変動について　第1報	川合英夫	1
第42号	東北海区に於けるカツオ魚類の漁獲水温に就いて	黒田隆哉	47
第43号	海区別カツオの食餌組成について	堀田秀之 小川達	62
第44号	日本西南海区に来游するカツオの移動および成長に就いて	川崎健	83
第45号	伊豆・小笠原及び東北海区におけるカツオの移動及び成長について	川崎健	101
第46号	日本近海に於けるマルソーダカツオの季節的分布とその成長	堀田秀之	120
第47号	底曳網漁獲量の群衆生態学的考察	甲二郎	127
第48号	東北海区に於ける底魚類の消化系と食性に就いて第3報　アブラガレイ	三河正男	136
第49号	アブラガレイの年令査定に就いて	笠原康平	147
第50号	ヤナギムシガレイの年令に関する基礎的研究	橋本良平	156
第51号	サメガレイの生態学的研究　第1報　肥満度・生殖腺重量の季節的変化に就いて	笠原康平	165
第52号	スルメイカ *Ommastrephes sloani pacificus* (Steenstrup) の成長度と産卵期に就いて	安井達夫 石戸芳男	173
第53号	機船底曳網の網目に依るキチヂ魚体長の選択性	丸山潔 小滝一三	180
第54号	松島湾の水産資源に関する基礎研究　第1報　松島湾の底質について	奥田泰造 佐藤省吾	187
寄稿	松島湾の水産資源に関する基礎研究　第2報　松島湾の底棲生物群集	山本護太郎	208
第55号	内湾底土中の可溶性栄養塩について　第3報　底土に含まれいてる可溶性栄養塩の海水中への溶出に関する二・三の考察	奥田泰造	215
第56号	養殖海苔の色沢変化に関する研究　第1報　水溶性色素の変化について	佐野孝	243
第57号	乾燥・海水塩分・光線がアマノリ類の糸状体 (Conchocellis 期) に及ぼす影響	黒木宗尚 平野和夫	262
第58号	アサクサノリの糸状体の単胞子放出について　第2報　放出の日週期	黒木宗尚 平野和夫	297
第59号	乾ノリに関する研究　第1報　ノリの赤外線乾燥処理についての考察	梅本滋	283
第60号	岩手県沿岸河川の水質について	佐野孝	294
第61号	アブラガレイのビタミン A 含量の研究　第1報	山村弥六郎 武藤清一	299

第 5 号　(昭和30年10月発行)

第62号	東北海区における極前線帯とその変動について (第2報)	川合英夫	1
第63号	日本近海のカツオの卵巣について	八百正和	43
第64号	移殖サルボウの成長について	谷田専治	53
第65号	養殖海苔の色沢変化に関する研究　第2報　脂溶性色素及び水溶性色素の変化について	佐野孝	64
第66号	内湾底土中の可溶性栄養塩について　第4報　底土と海水間における可溶性無機燐の行動に関する一実験	奥田泰造	79
第67号	魚類肝臓及び其の他の器官におけるビタミン A の存在状態に関する研究 (第1報)	山村弥六郎	92
第68号	チクワ漂白の目的で行われている過酸化水素処理について検討	梅本滋	103

第 6 号　（昭和31年3月発行）

業績番号			頁
第70号	サメのビタミンAに関する研究 第1報 原料学的研究	山村弥六郎	1
第71号	Notes on the Inversion of the Upper Water Temperature in the Waters to the Northeast of Japan in Summer〔BT の記録から見た夏季東北海区における上層水温の逆転について〕	Hideo Kawai	71
第72号	日本近海におけるビンナガマグロの生態について	川崎健 相沢幸雄	81
第73号	松島湾の水産資源に関する基礎研究 第3報 干潟の動物群集	谷田専治 山本護耶太郎 佐藤省吾	93
第74号	松島湾の水産資源に関する基礎研究 第4報 水質・底質並に底棲動物の季節遷移	谷田専治 奥田泰造	106

第 7 号　（昭和31年3月発行）

第75号	標準体長として測るべき魚体の部位について	木村喜之助	1
第76号	東北海区に於ける漁獲サンマの体長組成に就いて	福島信一	12
第77号	サンマの肥満度に就いて	福島信一 永沼璋	37
第78号	サンマの脂肪含有量の変動に就いて	長倉克男	54
第79号	サンマの食餌構成と摂餌行動に就いて	堀田秀之子 小達和繁	60
第80号	東北海区に於けるサンマ稚魚の分布と産卵魚の成熟状態	小達繁	70
第81号	海況による魚群の集合・分離の一理論 第1報 東北海区秋季のサンマ漁場に関して	木村喜之助	103
第82号	昭和11年～18年時代の本邦サンマ流網漁況に就いて	木村喜之助	146
第83号	定置網の漁獲サンマに就いて	木村喜之助	184
第84号	津軽海峡周辺のサンマに就いて（東北水研・北海道水試　共同調査）	木村喜之助 堀田秀之繁 小達原藤晄治 福内政	239
寄稿	青森県西海岸に於けるサンマ漁況	大高兼太郎	296

第 8 号　（昭和31年11月発行）

第85号	サンマの脊椎骨数	小達繁	1
第86号	サメのビタミンAに関する研究　第2報　不鹸化物の検索（1）	山村弥六郎 武藤清一郎	15
第87号	アマノリ類の糸状体の単胞子放出について（海での実験）	黒木宗尚 平野和夫	27
第88号	アサクサノリの糸状体の生長・単胞子嚢形成・単胞子放出と水温との関係	黒木宗尚 平野和夫	45
第89号	養殖海苔の色沢変化に関する研究　第3報 所謂夏ノリの脂溶性色素及び水溶性色素の変化について	佐野孝	62
第90号	乾ノリに関する研究　第2報　ノリ簀についての考察	梅本滋 谷田専治	70

第 9 号　（昭和32年3月発行）

第91号	寒天に関する研究	谷井潔	1

第92号　サメのビタミンAに関する研究　第3報　A真値及び遊離エステル両型ビタミンAについて……山村弥六郎・武藤清一　61
第93号　日本近海の竿釣りビンナガ漁業における漁況と海況との関係について　第1報　黒潮前線の南側の漁場……川崎健　69
第94号　東北海区に於けるカタクチイワシに就いて……小達繁　111
第95号　カツオの胃内容物中にみられたゴマサバの幼・稚魚(薩南海区)……堀田秀之　129
第96号　垂下養殖カキの密度効果に関する研究　第1報　原板内の個体密度効果……谷田専治・菊地省吾　133
第97号　内湾底土中の可溶性栄養塩について　第5報　窒素並に燐の無機化に及ぼす貯蔵温度の影響……奥田泰造　143
第98号　内湾底土中の可溶性栄養塩について　第9報　底土間隙水中に含まれている無機態の窒素並に燐の季節的変化……奥田泰造　151
第99号　塩釜港内水に及ぼす廃水・陸水の影響　第1報　港内水の一般的性状……谷田専治・奥田泰造・佐藤重勝　165
第100号　塩釜港内水に及ぼす廃水・陸水の影響　第2報　大雨後に於ける港内水の性状……佐藤重勝・奥田泰造・谷田専治　182

第 10 号　　(昭和32年11月発行)

第101号　プランクトンの水塊指標性に就いて……木村喜之助・小達和子　1
第102号　日本近海のカツオ竿釣り漁業における漁況の変動について　第1報……川崎健　17
第103号　日本近海の竿釣りビンナガ漁業における漁況と海況との関係について　第2報　黒潮前線の北側の漁場……川崎健　29
第104号　ババガレイの生物学的研究　第1報　卵巣の成熟について……笠原康平　46
第105号　松島湾の水産資源に関する基礎研究　第5報　塩釜港の柴漬について……谷田専治・佐藤重勝　56
第106号　松島湾の水産資源に関する基礎研究　第6報　松島湾のエビの生態その1……佐藤重勝　75
第107号　養殖海苔の色沢変化に関する研究　第4報　藻体吸収曲線の変化……佐野孝　89
第108号　ワカメの生態及び養殖に関する研究……黒木宗尚・秋山和夫　95
第109号　魚類肝臓及び其の他の器官におけるビタミンAの存在状態に関する研究　第2報　所謂黒肝中のメラニン色素によるビタミンAの吸着とその化学的証明……山村弥六郎　118
第110号　On the natural Coordinate System and its Applications to the Kuroshio System……Hideo Kawai　142

既刊研究業績(東北海区水産研究所　研究報告　以外の分)

業績番号

第1号　漂流瓶による海流調査(第1報)駿河湾の海流(特に湾内の循環流に就いて)
……木村喜之助〔日本海洋学会誌，第5巻，第2～4号，p.70～84 (1950)〕

第2号　東北海区カツオ魚体組成について
……山中一郎〔日本海洋学会誌，第5巻，第2～4号，p.99～104(1950)〕

第3号　異方性海洋に於ける定常吹送循環流に就いての一問題　第1報　解析的解法(其の1)

……斉藤泰一〔日本海洋学会誌，第5巻，第2～4号，p.130～142(1950)〕

第4号　寒天ジエリーの強度について（其の3）
……谷井　潔〔日本水産学会誌，第16巻，第4号，p. 115～118(1950)〕

第5号　アブラザメ燻製保試存験　第1報　腐敗観を呈する迄の日数と温度との関係
……山村弥六郎〔日本水産学会誌，第16巻，第10号，p. 433～434(1951)〕

第6号　同　上　第2報　油脂の変化について
……山村弥六郎〔日本水産学会誌，第16巻，第11号，p. 510～512(1951)〕

第7号　同　上　第3報　アンモニアの生成について
……山村弥六郎〔日本水産学会誌，第16巻，第11号，p. 513～516(1951)〕

第8号　魚粉食用化に関する研究……東　秀雄，新田　忠雄，長倉　克男，梅本　滋
〔日本水産学会誌，第17巻，第6号，p. 147～156(1951)〕

第9号　アブラザメ肝臓のビタミンAに関する研究　第4報　季節的変化について
……山村弥六郎〔日本水産学会誌，第17巻，第11号，p. 337～341(1952)〕

第21号　サバの廻游路（サバ標識放流試験結果）
……木村喜之助〔日本水産学会誌，第19巻，第4号，p. 415～423(1953)〕

第36号　NH_3-H_2O 系による寒天質の抽出について……谷井潔　（東北水研），絹巻　烝（東北大学非水研）
（東北大学非水溶液化学研究所報告，第3巻，第2号，p. 129～136(1953)〕

第38号　魚肉の坐りについて（V）座りの判定及び比較の方法
……梅本　滋（東北水研），岡田　稔（東海水研）．右田　正男（東海水研）
〔日本水産学会誌，第20巻，第4号，p. 313～318(1954)〕

第39号　サンマの黄色色素について（予報）
……長倉　克男〔日本水産学会誌，第20巻，第4号，p. 286～291(1954)〕

第40号　NH_3-$C_3H_5(OH)_3$ 系に依る寒天質の抽出について
……谷井　潔（東北水研），絹巻　烝（東北大学非水研）
〔東北大学非水溶液化学研究報告，第4巻，第2号，p. 133～142(1954)〕

第69号　NH_3-H_2O 系抽出粗寒天の精製に関する研究
……谷井　潔（東北水研），絹巻　烝（東北大学非水研）
〔東北大学非水溶液化学研究所報告，第5巻，第2号，p. 65～75(1955)〕

既刊出版物（研究業績以外の重要出版物）

東北水研叢書

第1号　カツオに就いて　(1952)，
第2号　カキの養殖　(1952)，
第3号　海苔養殖に就いて　(1952)，
第4号　サメの利用　(1952)，
第5号　東北・北海道太平洋沿岸水域に於ける機船底曳調漁業の禁止区域と網目について　(1952)，
第6号　東北海区の底魚　(1956)，

東北海区水産研究所海洋資源年報

昭和24年度海洋調査篇　(1952 発行)
昭和26年度底魚資源篇　(1952 〃)
昭和26-27年度底魚資源篇　(1954 〃)
昭和27-28年度底魚資源篇　(1955 〃)
昭和26年度カツオ資源篇　(1955 〃)
昭和26年度サンマ資源篇　(1955 〃)
昭和27年度カツオ資源篇　(1957 〃)
昭和27年度サンマ資源篇　(1957 〃)

東北海区水産研究所
研究報告（第11號）

印刷発行　昭和33年3月25日
編　輯　東北海区水産研究所
印刷者　本多英男
東北印刷株式会社
仙台市教楽院丁6

発行所　東北海区水産研究所
宮城県塩釜市東塩釜 電話1260番

CONTENTS

Hamai, I. and Ishito, Y. Distribution of the Flatfish, *Glyptocephalus stelleri* (SCHMIDT) along the Pacific Coast of Tôhoku and Hokkaidô Regions.....

Odate, S. Morphological Studies of the Saury, *Cololabis saira* (BREVOORT) .....

Hotta, H. On the Growth of the Young Saury, *Cololabis saira* in the Rearing Experiment ...

Kawasaki, T. On the Fluctuation of the Fisheries Conditions in the Live-Bait Fishéry of Skipjack in Waters adjacent to Japan.....

Kuroda, R. Notes on the "Inversion of Water Density" in the vertical Distributions of Sea Water Density .....

Kikuchi, S., Sato, S., Okuda, T. and Tanita, S. On the Cleaning of the Oyster-Spat Collector by Hydrochloric Acid.....

Sato, S. Ecological Studies on Attaching Diatoms, with special Reference to Planktonic and Benthic Diatoms. I. General Aspects of the Seasonal Variation of the Attaching Diatoms at the Shiogama Harbour.....

Tanita, S. and Okuda, T. Fundamental Investigation on the Marine Resources of Matsushima Bay. VII. Vertical Distribution of Benthos and these Seasonal Succession.....1

Tanita, S. Sponges collected from Oyster-Rafts in Matsushima Bay and its adjacent Waters...1